ISSN 0181-0642

BULLETIN du MUSÉUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

SECTION C

sciences de la terre

paléontologie
géologie
minéralogie

4e SERIE T. 9 1987 N° 2

Avril-Juin 1987

BULLETIN

du

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

57, rue Cuvier, 75005 Paris

Directeur : Professeur E. R. Brygoo

Section C : SCIENCES DE LA TERRE

Directeur : L. Ginsburg.
Rédactrice : P. Dupérier.
Comité scientifique : J. Aubouin (Paris), R. G. C. Bathurst (Liverpool), W. H. Berger (La Jolla), Y. Coppens (Paris), B. Cox (Londres), D. S. Cronan (Londres), J. Fabriès (Paris), H. de Lumley (Paris), W. R. Riedel (La Jolla).

Un Comité de rédaction examine tous les manuscrits reçus et nomme des rapporteurs.

Fondé en 1895, le *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle* est devenu à partir de 1907 : *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*. Des travaux originaux relatifs aux diverses disciplines scientifiques représentées au Muséum y sont publiés. Il s'agit essentiellement d'études de Systématique portant sur les collections conservées dans ses laboratoires, mais la revue est également ouverte, depuis 1970 surtout, à des articles portant sur d'autres aspects de la Science : biologie, écologie, etc.

La *1re série* (années 1895 à 1928) comprend un tome par an (t. 1 à 34), divisé chacun en fascicules regroupant divers articles.

La *2e série* (années 1929 à 1970) a la même présentation : un tome (t. 1 à 42), six fascicules par an.

La *3e série* (années 1971 à 1978) est également bimestrielle. Le *Bulletin* est alors divisé en cinq Sections et les articles paraissent par fascicules séparés (sauf pour l'année 1978 où ils ont été regroupés par fascicules bimestriels). Durant ces années chaque fascicule est numéroté à la suite (nos 1 à 522), ainsi qu'à l'intérieur de chaque Section, soit : Zoologie, nos 1 à 356 ; Sciences de la Terre, nos 1 à 70 ; Botanique, nos 1 à 35 ; Écologie générale, nos 1 à 42 ; Sciences physico-chimiques, nos 1 à 19.

La *4e série* débute avec l'année 1979. Le *Bulletin* est divisé en trois Sections : A : Zoologie, biologie et écologie animales ; B : Botanique, biologie et écologie végétales, phytochimie (fusionnée à partir de 1981 avec la revue *Adansonia*) ; C : Sciences de la Terre, paléontologie, géologie, minéralogie. La revue est trimestrielle ; les articles sont regroupés en quatre numéros par an pour chacune des Sections ; un tome annuel réunit les trois Sections.

S'adresser :

— pour les **échanges**, à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'Histoire naturelle, 38, rue Geoffroy Saint-Hilaire, 75005 Paris, tél. 43-31-71-24 ; 43-31-95-60.
— pour les **abonnements et achats au numéro**, au Service de vente des Publications du Muséum, 38, rue Geoffroy Saint-Hilaire, 75005 Paris, tél. 43-31-71-24 ; 43-31-95-60. C.C.P. Paris 9062-62.
— pour tout ce qui concerne la **rédaction**, au Secrétariat du Bulletin, 57, rue Cuvier, 75005 Paris, tél. 45-87-19-17.

Abonnements pour l'année 1987 (Prix h.t.)

Abonnement général : 1500 F.
Section A : Zoologie, biologie et écologie animales : 860 F.
Section B : Botanique, *Adansonia* : 400 F.
Section C : Sciences de la Terre, paléontologie, géologie, minéralogie : 400 F

Numéro d'inscription à la Commission paritaire des publications et agences de presse : 1405 AD

BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
4e série, 9, 1987, section C (Sciences de la Terre, Paléontologie, Géologie, Minéralogie), n° 2

SOMMAIRE — *CONTENTS*

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 4[e] sér., **9**, 1987,
section C, n° 2 : 123-150.

Les Foraminifères du Pliocène de Normandie

par Yolande LE CALVEZ

Résumé. — Ce travail réalisé dans le cadre du programme de recherche relatif aux formations plio-quaternaires de Basse-Normandie, que dirige le Pr. Cl. PAREYN, traite des Foraminifères pliocènes des bassins de Carentan et de Saint-Sauveur-le-Vicomte. Son but est de montrer à l'aide d'associations caractéristiques que les Foraminifères permettent de reconnaître les principales formations pliocènes définies stratigraphiquement et lithologiquement en Normandie. Les résultats ici obtenus seront ultérieurement repris dans une synthèse géologique et paléontologique.

Mots-clés : Foraminifères benthiques, Pliocène, limite Pliocène-Quaternaire, Basse-Normandie, France.

Abstract. — This work is a contribution to the plio-quaternary research programme managed by Prof. Cl. PAREYN. It deals with pliocene Foraminifera from the Carentan and Saint-Sauveur-le-Vicomte basins (Southern Normandy). Its aim is to demonstrate that study of Foraminifera based on characteristic assemblages allow recognition of the main Norman pliocene Formations defined on stratigraphic and lithologic bases. The results of this study shall be included in a further geological and paleontological synthesis.

Key words : Benthic Foraminifera, Pliocene, Pliocene-Quaternary boundary, Southern Normandy, France.

Y. LE CALVEZ, *Institut de Paléontologie, Muséum national d'Histoire naturelle, 8, rue Buffon, 75005 Paris.*

INTRODUCTION

Cet article, comme celui précédemment publié par A. LAURIAT-RAGE (1986), s'inscrit dans le vaste programme de recherche consacré aux formations plio-quaternaires de Basse-Normandie, que dirige le Pr. Cl. PAREYN (1980, 1984). Seuls les Foraminifères du Pliocène et de la limite plio-pléistocène y sont traités, les Foraminifères du Quaternaire seront étudiés ultérieurement. Les résultats micropaléontologiques consignés ici ne constituent donc qu'une étape préliminaire ; ils seront repris dans une note de synthèse qui les replacera dans leur contexte sédimentologique et micropaléontologique.

Je suis très reconnaissante au Pr. Cl. PAREYN de m'avoir confié l'étude des très nombreux échantillons récoltés au cours de la prospection des bassins de Carentan et de Saint-Sauveur-le-Vicomte, et d'avoir bien voulu les faire préparer dans son laboratoire, m'épargnant ainsi la perte de temps inhérente à ces opérations. Mais, de ce fait, je n'ai eu qu'une connaissance restreinte de l'aspect sédimentaire des prélèvements et par conséquent du milieu dans lequel avaient vécu les Foraminifères. Ce travail est donc surtout un essai, axé sur la présence des espèces à une époque donnée, c'est-à-dire sur l'association microfaunique rencontrée aux différents niveaux du Pliocène.

Cet assemblage, établi en dehors de tout rapport connu avec le milieu, est seulement fondé sur la présence simultanée dans tous les gisements examinés, au cours d'une même période stratigraphique, d'un certain nombre de genres et d'espèces et de leur fréquence relative.

La connaissance de la microfaune pliocène de Basse-Normandie ne repose actuellement que sur un seul gisement, le Bosq d'Aubigny, qui a donné lieu à deux publications, l'une de P. MARIE en 1958 et l'autre plus récente (1970) de J. P. MARGEREL. Certes, J. ROGER et S. FRENEIX (1946), en étudiant le Redonien, avaient signalé des Foraminifères au Bosq, à Saint-Georges-de-Bohon, à Gourbesville, mais ils ne donnaient qu'une liste réduite, dans laquelle figuraient seulement un petit nombre de genres et d'espèces.

L'étude des vingt-huit gisements nouveaux dont il sera question dans cet article ne pourra donc qu'apporter un important supplément d'information à l'inventaire microfaunique de la région normande.

La position géographique de ces gisements ayant été très bien précisée par A. LAURIAT-RAGE dans son travail, je ne la redonnerai pas, et seuls les noms de la commune et du lieu-dit seront indiqués.

La liste des Foraminifères recueillis en Basse-Normandie sera donnée dans la note de synthèse publiée ultérieurement. La plupart des individus ont pu être spécifiquement déterminés ; si quelques-uns ont été laissés en nomenclature ouverte, c'est en raison soit de leur état de conservation trop défectueux pour permettre une appréciation exacte de tous les caractères, soit d'un nombre trop faible de spécimens pour établir une espèce nouvelle.

La fréquence des espèces est rarement constante, elle varie suivant les prélèvements et leur position stratigraphique ; cependant, certaines d'entre elles appartenant aux genres *Faujasina*, *Buccella*, *Monspeliensina*, par exemple, sont généralement très bien représentées, alors que d'autres restent toujours extrêmement rares (*Cyclogyra involvens*, *Gaudryina rhodiensis*, *Epistominella irregularis*, *Glabratella baccata*, *Heronallenia lingulata*, *Patellinoides conica*, *Sejunctella earlandi*, *Spirillina denticulogranulata*, *Textularia sagittula*, etc.).

Cette microfaune est composée de Foraminifères benthiques, à l'exclusion de toute espèce planctonique, et de formes à coquilles calcaires, les tests arénacés ne constituent en effet qu'une infime minorité.

Le Pr. Cl. PAREYN a récemment démontré l'existence de cinq formations fossilifères différentes dans le Pliocène de Basse-Normandie. En partant de la base, on rencontre successivement la formation des Bohons et la formation de Selsouëf qui constituent le Pliocène I (Pliocène inférieur), la formation de la Brumannerie, correspondant au Pliocène II (Pliocène moyen), surmontée par la formation de Cricqueville (= Gourbesville) et la formation du Bosq d'Aubigny qui composent le Pliocène III (Pliocène supérieur). Enfin, on trouve au sommet du Pliocène, une zone de passage au Quaternaire dont la première formation est celle de Saint-Nicolas-de-Pierrepont.

Quaternaire	Formation de Saint-Nicolas-de-Pierrepont
Limite plio-quaternaire	
Pliocène III	Formation du Bosq d'Aubigny
(Pliocène supérieur)	Formation de Cricqueville = Gourbesville
Pliocène II	Formation de la Brumannerie
(Pliocène moyen)	
Pliocène I	Formation de Selsouëf
(Pliocène inférieur)	Formation des Bohons

Mon propos est de montrer que les cinq formations fossilifères du Pliocène et la limite plio-pléistocène définies sur le terrain peuvent également être reconnues à l'aide des Foraminifères. Elles possèdent en effet des associations microfauniques qui permettent de les différencier les unes des autres.

Je donnerai maintenant les principaux caractères de chacune d'elles.

PLIOCÈNE I (inférieur)

Formation des Bohons

L'association microfaunique de la formation des Bohons, dominée par les Polymorphinidae, est composée d'un reliquat hérité du Miocène et d'apports nouveaux. Les espèces miocènes, essentiellement des Polymorphines, dont certaines de grande taille (*Polymorphina costata, Pseudopolymorphina variata, Sigmomorphina flinti*), auront un comportement différent suivant qu'elles s'adapteront plus ou moins bien aux nouvelles conditions climatiques, car la mer, chaude à la fin du Miocène, va se refroidir progressivement au cours du Pliocène, entraînant la disparition d'un certain nombre d'espèces et la raréfaction de celles qui parviendront à subsister.

Les acquisitions pliocènes sont de nouvelles espèces appartenant soit à des genres déjà établis (par exemple *Polymorphina charlottensis, P. frondiformis, Pseudopolymorphina jonesi, Lagena pliocenica, Quinqueloculina triangularis*, etc.), soit à des genres jusqu'ici inconnus (ex. *Aubignyna mariei, Monspeliensina pseudotepida*). Leur fréquence encore timide, sauf en ce qui concerne les Polymorphines, ici très bien représentées, s'accroîtra beaucoup au fur et à mesure qu'on s'élèvera dans la série.

En résumé, la formation des Bohons est essentiellement caractérisée par l'abondance des Polymorphines, la rareté de toutes les autres espèces et l'apparition des premiers Foraminifères pliocènes.

Formation de Selsouëf

La microfaune de la formation de Selsouëf montre beaucoup d'analogies avec celle de la formation des Bohons et, lorsque le nombre des individus est peu abondant, la séparation entre elles deux devient très subtile. Cette association est toujours dominée par les Polymorphinidae, mais les Miliolidae prennent davantage d'importance, tandis que les autres espèces restent toujours rares. Deux espèces non représentées dans la formation des Bohons font leur apparition dans certains gisements de la formation de Selsouëf; ce sont *Elphidium paraskevaidisi* et *Pararotalia serrata*.

PLIOCÈNE II (moyen)

Formation de la Brumannerie

L'important renouvellement de la microfaune au Pliocène moyen donne à l'association des Foraminifères de la formation de la Brumannerie un visage très différent de celui du

Pliocène inférieur. Les espèces, plus nombreuses et beaucoup mieux représentées que dans le Pliocène I, se répartissent entre davantage de familles et de genres. Cette modification est en grande partie d'origine climatique, car la mer s'est sensiblement refroidie et permet maintenant l'établissement d'une microfaune comprenant des espèces tempérées chaudes qui se sont adaptées à un milieu plus froid et des espèces réclamant des températures beaucoup plus basses. Tel est le cas des *Faujasina* qui font leur apparition avec trois espèces : *Faujasina carinata*, *F. compressa*, *F. subrotunda*. *Buccella frigida* voit diminuer sa variété *granulosa*, variété de mer chaude, bien connue dans les régions méditerranéennes, au profit de *Buccella frigida* s.s. des mers tempérées froides et mers froides. Les *Monspeliensina pseudotepida*, *Rotalia serrata*, *Discorbitura cushmani* prennent de l'importance, tandis que les *Elphidium*, Fissurines, Oolines restent toujours rares.

Les Milioles, très sensibles au faciès, sont plus ou moins bien représentées au point de vue du nombre des espèces, mais leur fréquence est toujours très faible.

L'association de la formation de la Brumannerie a été définie grâce à deux forages réalisés dans le Bassin de Saint-Sauveur-le-Vicomte, à Rauville-la-Place, et au lieu-dit la Brumannerie qui devient ainsi le gisement-type de cette formation. Elle se caractérise de la manière suivante :

— abondance des Polymorphines ;
— apparition des *Faujasina* ;
— fréquence de *Buccella frigida*, *Discorbitura cushmani*, *Monspeliensina pseudotepida*, *Rotalia serrata-granulosa* ;
— rareté des *Cibicides*, *Elphidium*, *Fissurina*, *Lagena*, *Oolina* ;
— Milioles plus ou moins représentées suivant le faciès.

Pliocène III (supérieur)

Claude Pareyn a montré dans une récente publication (*Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 4[e] série, 5, sect. C, n° 4, 1984) que le gisement de Cricqueville-en-Bessin était l'homologue, bien que situé dans un autre bassin, du gisement de Gourbesville, très connu des anciens auteurs. Si la macrofaune de Gourbesville a été très longuement étudiée, la microfaune, elle, ne l'a été que d'une manière succincte et aujourd'hui ce gisement a disparu. Les matériaux récoltés dans cette localité sont d'âge pliocène et également éocène comme en font foi une partie de la macrofaune et les Foraminifères qu'ils renferment.

Dans la publication ci-dessus mentionnée, j'ai étudié les Foraminifères et j'ai conclu qu'ils pouvaient être homologués à ceux du Bosq d'Aubigny. Aujourd'hui, à la lumière d'un examen plus approfondi de ces deux gisements et des résultats obtenus dans d'autres forages, je pense que cette interprétation doit être révisée. En effet, s'il est indéniable que les associations microfauniques de Cricqueville-en-Bessin et du Bosq d'Aubigny montrent beaucoup d'analogie, il n'en reste pas moins qu'elles présentent aussi des différences et que la première est plus ancienne que la seconde ; ce que prouve d'ailleurs l'apparition au Bosq d'Aubigny de certaines espèces qui continueront d'évoluer au Quaternaire.

On peut donc considérer le Pliocène III comme constitué de deux formations, celle du Bosq d'Aubigny au sommet et celle de Cricqueville-en-Bessin à la base.

Formation de Cricqueville-en-Bessin

Le cortège de Foraminifères recueillis dans la formation de Cricqueville-en-Bessin est très fortement conditionné par le climat. La mer devenue froide est responsable d'une nette diminution des espèces dites « chaudes» au profit des espèces dites « froides ». C'est ainsi que les Polymorphines sont en nette régression et que les *Faujasina* et les *Buccella frigida* voient le nombre de leurs individus s'accroître sensiblement. Si à Cricqueville le nombre des Miliolidae est encore rare, dans d'autres forages il s'est accru; aussi peut-on dire que cette famille est en augmentation par rapport à la Brumannerie où, quel que soit le faciès rencontré, les Milioles ne sont jamais fréquentes. Les *Monspeliensina* sont toujours bien représentées.

L'association de la formation de Cricqueville-en-Bessin peut être caractérisée par :

— abondance des *Faujasina* et des *Buccella*;
— diminution des Polymorphinidae;
— augmentation des Miliolidae;
— fréquence maintenue des *Monspeliensina*;
— rareté de toutes les autres espèces recueillies.

Formation du Bosq d'Aubigny

L'assemblage des Foraminifères récoltés au Bosq d'Aubigny correspond toujours à un climat froid, ce qu'atteste l'abondance des *Faujasina*, des *Buccella frigida*, des *Monspeliensina* et la rareté des Polymorphines. Les *Fissurina*, les *Oolina* ont pris de l'importance. Quelques nouvelles espèces font leur apparition; citons *Bolivina pseudoalata, Epistominella irregularis, Patellinoides conica, Sejunctella earlandi, Spirillina denticuloreticulata.* La diminution des Polymorphines se confirme; les Miliolidae deviennent beaucoup moins fréquentes que dans la formation de Cricqueville.

Limite plio-pléistocène

S'il est bien évident que tous les Foraminifères ne s'éteignent pas complètement et simultanément à la fin du Pliocène III, pour faire place à une association composée d'espèces et parfois aussi de genres, nouvellement apparus, il n'en est pas moins vrai que l'arrivée du Pléistocène coïncide avec un renouvellement de la microfaune. Pendant un certain temps, il s'établira donc une coexistence de formes pliocènes, en voie de disparition, et un cortège de formes pléistocènes, d'abord réduit, qui prendra bientôt une importance de plus en plus grande, donnant à l'association microfaunique un visage différent. C'est ainsi que l'on rencontrera dans la même formation des *Faujasina* du Pliocène, dont la fréquence aura beaucoup diminué, et des *Elphidiella* quaternaires dont ce sera la première apparition; on verra s'épanouir le genre *Elphidium*, jusqu'ici rare à la fois en individus et en espèces, et régresser très fortement Polymorphines et Milioles. Peu à peu les Foraminifères du Pliocène disparaîtront et, dans la formation de Saint-Nicolas-de-Pierrepont, on se trouvera en présence d'une association vraiment quaternaire. Il a été trouvé en Basse-Normandie, dans le bassin de Carentan, plusieurs gisements montrant bien cette zone limite entre le Pliocène et le Pléistocène.

ÉTUDE DES GISEMENTS RENCONTRÉS

Vingt-huit gisements localisés dans les bassins de Carentan et de Saint-Sauveur-le-Vicomte ont donc été examinés et je donnerai pour chacun d'entre eux quelques indications sur la répartition verticale des Foraminifères qu'ils contiennent.

Les gisements étudiés sont soit des sondages profonds (marqués S), soit des forages exécutés à la tarière (marqués T), ou autres (F) et par conséquent de profondeurs plus faibles. Dans certains cas, tous les échantillons étudiés ont été prélevés systématiquement avec le même intervalle, mais dans d'autres cas leur écartement peut être très variable. Les cotes données pour l'épaisseur des formations rencontrées restent donc assez approximatives, et il sera nécessaire de les revoir dans un prochain travail, en tenant compte des faciès traversés.

A — Bassin de Carentan

Gisement n° 1 (= T.47), Auxais (ruisseau Bucaille)

Dans ce sondage profond de 17 m, sept échantillons sur les neuf qui m'ont été confiés se sont révélés riches en microfaune. Celle-ci est dominée par le genre *Elphidium* représenté par huit espèces, mais les *Fissurina* (cinq espèces), les *Lagena* (cinq espèces), les *Oolina* (quatre espèces) ont une présence non négligeable.

La base du forage (17-15 m) riche en Miliolidae, en Elphidiidae, *Monspeliensina*, *Pararotalia*, *Faujasina*, *Fissurina*, *Oolina*, *Lagena*, avec en outre un nombre important d'espèces moins bien représentées (voir tabl. I), se situe dans le Pliocène III et s'apparente à la formation de Cricqueville.

Entre 15 et 12 m, on constate que l'association microfaunique s'enrichit de nouvelles espèces, en particulier d'*Elphidiella* et d'*Elphidium pulverulum*, tandis que d'autres formes disparaissent et que la fréquence des taxons déjà existants se modifie plus ou moins. On se trouve donc en présence d'un reliquat d'espèces pliocènes et d'une acquisition plus récente qui fait cohabiter des *Elphidiella* quaternaires et des *Faujasina* pliocènes c'est-à-dire que cette zone correspond à la limite plio-pléistocène.

Entre 12 et 3 m, la microfaune a perdu les *Monspeliensina pseudotepida*, les *Faujasina carinata* et *F. compressa*, les *Pararotalia serrata* et quelques autres derniers vestiges du Pliocène; elle s'est enrichie en *Elphidiella* et en *Elphidium* et a pris la physionomie de l'association quaternaire de Saint-Nicolas-de-Pierrepont.

Gisement n° 2 (= T.56), Auxais (église ruinée)

Sur les sept échantillons examinés, seuls les quatre situés à la partie inférieure du forage contenaient des Foraminifères. Entre 30 et 17 m, l'association riche en *Faujasina carinata*, *F. subrotunda*, *F. compressa*, *Monspeliensina pseudotepida*, *Pararotalia serrata*, Fissurines,

TABLEAU I.

Ruisseau Bucaille (gisement n°1)	3-4,5m	4,5-5m	5-7,5m	7,5-12m	12-14m	14-15m	15-17m
Aubignyna mariei Marg.							
Bolivina pseudoplicata H.-A. et E.							
B s.p.							
Cassidulina subglobosa Brady							
Cibicides lobatulus W. et J.							
Elphidiella hannai Cushm. et Grant							
Elphidium incertum (Will.)							
E. macellum (F. et M.)							
E. pseudolessonii T.O. et R.							
Fissurina compressa d'Orb.							
F. laevigata Reuss							
F. lucida Will.							
F. sacculus (Forn.)							
Lagena clavata d'Orb.							
L. laevis (Mont.)							
L. sulcata (W. et J.)							
Lenticulina sp.							
Oolina acuticosta Reuss							
O. hexagona (Will.)							
O. squamosa (Mont.)							
Rosalina nitida Will.							
Sigmomorphina semitecta-terquemiana (Forn.)							
Ammonia beccarii (Linn.)							
Cibicides advenus (d'Orb.)							
Elphidium fichteli (d'Orb.)							
Oolina globosa (Mont.)							
Polymorphina charlottensis Cushm.							
Cyclogyra involvens (Reuss)							
Elphidium cf *crispum*							
E. excavatum Terq.							
E. pulverulum Todd.							
Nodosaria pyrula d'Orb.							
Pyrgo elongata d'Orb.							
P. oblonga d'Orb.							
Triloculina schreiberiana d'Orb.							
T. trigonula (							
Bulimina sp.							
Cassidulina laevigata d'Orb.							
Caucasina sp.							
Dentalina advena Cushm.							
Fissurina orbignyana Seg.							
Lagena semistriata Will.							
Lagenodosaria sp.							
Plectofrondicularia advena Cushm.							
Pyrgo subsphaerica d'Orb.							
Rosalina granulosa Marg.							
Sigmomorphina williamsoni (Terq.)							
Virgulina schreiberiana Czjzek							
Astacolus crepidulus (F. et M.)							
Faujasina carinata (d'Orb.)							
F. compressa Marg.							
Glabratella sp.							
Monspeliensina pseudotepida (Voorth)							
Pararotalia serrata T.-D. et R.							
Quinqueloculina seminulum (Linn.)							
Cibicides sp.							
Epistominella irregularis Marg.							
Quinqueloculina sp. (fides Marg.)							
Lagena pliocenica Cushm.							
Nodosaria proxima Silv.							
Patellina sp.							
Pyrgo sp.							
Quinqueloculina lecalvezae Marg.							
Q. schlumbergeri (H.-A. et E.)							
Triloculina cuneata Karrer							
T. laevigata d'Orb.							

Abondant
Fréquent
Rare
Très rare

Oolines, s'apparente beaucoup à celle du Bosq d'Aubigny. Entre 17 et 11 m, la microfaune s'appauvrit beaucoup pour devenir nulle de 11 à 0 m.

GISEMENT n° 3 (= S.12), Raids (le Clos Castel)

Ce sondage profond de 70 m appartient dans sa totalité au Quaternaire et sera étudié ultérieurement.

GISEMENT n° 4 (= T.32), Raids (village des Gardinières)

Huit échantillons de ce forage ont été examinés. Celui de la base (30-28 m) renferme une microfaune contenant à la fois des *Faujasina compressa*, des *Discorbitura cushmani*, mais aussi des *Elphidiella hannai*; il se place donc dans la zone limite du Plio-Pléistocène.

A partir de 28 m et jusqu'à 16 m, la microfaune recueillie correspond à la formation de Saint-Nicolas-de-Pierrepont. Entre 16 et 0 m, les Foraminifères deviennent rares et ne donnent plus d'indication stratigraphique.

GISEMENT n° 5 (= T.59), Marchésieux (la Varde 1)

La microfaune, dans tout ce sondage, reste pauvre et ne constitue qu'une association de genres et d'espèces dépourvus de tout caractère stratigraphique permettant de donner un âge précis. Entre 10 et 8 m, on observe une fréquence faible des Foraminifères, fréquence devenant quasi nulle entre 8 et 1,5 m (un ou deux individus seulement de chacune des rares espèces recueillies).

GISEMENT n° 6 (= S.15), Marchésieux (la Varde 2)

Ce forage est l'un des plus profondément implantés en Basse-Normandie, avec ses 92 mètres de sédiments traversés. Trente-trois échantillons ont été étudiés et, à l'exception des vingt premiers mètres, ils contenaient tous (sauf huit échantillons) une belle microfaune.

Entre 92 et 59 m, les Foraminifères recueillis sont riches en Polymorphines. Les Faujasines, *Monspeliensina*, *Buccella* y sont fréquentes, les autres espèces restant toujours rares ou très rares. Cet assemblage est celui de la Brumannerie, c'est-à-dire du Pliocène II, marqué par un refroidissement de la mer.

A partir de 50 m et jusqu'à 21 m, on assiste à une augmentation très nette des espèces de mer froide, *Buccella frigida*, *Monspeliensina pseudotepida*, *Oolina*, *Fissurina*, *Faujasina* et une diminution des Polymorphinidae, qui préfèrent les mers tempérées chaudes ou chaudes. Cette association correspond au Pliocène III, et rappelle beaucoup celle du Bosq d'Aubigny.

De 20 à 1 m, la microfaune devient bien pauvre, et les rares individus recueillis ne permettent aucune indication stratigraphique précise.

GISEMENT n° 7 (= T.60), Marchésieux (Champeaux)

Les prélèvements compris entre 7,5 et 6,5 m, c'est-à-dire ceux de la base de ce forage, sont les seuls qui se soient révélés fossilifères.

Ils ne contiennent qu'une quinzaine d'espèces de Foraminifères, mais assez bien représentées en individus. Les Polymorphines dominent cet assemblage, dans lequel on reconnaît aussi des *Faujasina*, des *Monspeliensina*, des *Buccella*, et qui rappelle la formation de la Brumannerie.

Dans les niveaux supérieurs (6,5-1,5 m) la microfaune est quasi nulle (un individu de *Quinqueloculina* en mauvais état de conservation, un autre de *Buccella frigida*, un *Elphidium* sp. partiellement brisé); aucune datation n'est possible.

Gisement n° 8 (1976-1), Marchésieux (le Bosq d'Aubigny)

Une analyse de ce forage a déjà été faite dans un récent article (Clet-Pellerin, Le Calvez et Pareyn, 1985) et un décalage entre l'échelle stratigraphique fournie par les pollens et les résultats obtenus à partir des Foraminifères avait été constaté.

La microfaune abondante et riche aussi bien en genres qu'en espèces est celle recueillie au Bosq d'Aubigny tant par les anciens auteurs que par moi-même et se situe dans le Pliocène III. Les variations verticales de la fréquence de certaines espèces sont très probablement dues à des modifications du faciès, car, tout au long de ce forage, aucune modification qualitative n'a été observée. Les *Buccella*, *Faujasina*, *Monspeliensina*, les Oolines et les Fissurines sont particulièrement bien représentées.

Gisement n° 9 (= S.17), Remilly-sur-Lozon (l'Angle)

Les échantillons prélevés à la base de ce forage entre 93 et 80 m sont très pauvres en Foraminifères : une dizaine d'espèces représentées chacune par un ou deux individus. Il est bien difficile de dater une telle faunule; il semble cependant qu'on puisse la rattacher à la partie supérieure de la formation de Selsouëf, en raison de quelques affinités un peu plus chaudes que celles des sédiments sus-jacents. Ceux-ci, entre 80 et 30 m (c'est-à-dire une grande partie du forage), renferment une association riche en Polymorphines et *Faujasina*, témoignant d'un refroidissement de la mer et que l'on peut assimiler à celle de la Brumannerie. Enfin, les niveaux supérieurs (30-1 m) s'enrichissent en Miliolidae et en *Faujasina*, tandis que les Polymorphines se font de plus en plus rares au fur et à mesure que l'on se rapproche de la surface, où elles se réduisent à quelques individus de *Globulina gibba* et *Guttulina roemeri*. La mer est devenue très froide au cours de ce Pliocène III (formation de Cricqueville) dont on peut dater les niveaux supérieurs du forage.

Gisement n° 10, Remilly-sur-Lozon (l'Angle B)

Le sondage de Remilly-sur-Lozon (lieu-dit l'Angle B) renferme une microfaune essentiellement composée de Polymorphines (*Globulina gibba*, *G. gibba-tuberculata*, *G. rotundata*, *Guttulina roemeri*, *Pseudopolymorphina jonesi*, *P. variata*, *Polymorphina frondiformis*, *Sigmomorphina charlottensis*, *S. semitecta-terquemiana*, étant les plus fréquentes). Les autres genres ne sont représentés que par trois ou quatre espèces (Milioles), voire une seule (*Buccella*, *Monspeliensina*, *Lagena*, *Oolina*) et chacune d'elles par un ou deux individus.

Cette association permet de placer les sédiments traversés dans le Pliocène I, formation des Bohons.

GISEMENT n° 11 (= S.23), Remilly-sur-Lozon (château ruiné de Montfort)

La microfaune recueillie dans tous les dix-sept échantillons de ce forage est très pauvre tant en espèces qu'en individus. Aux individus pliocènes (*Cibicides, Pararotalia serrata, Rosalina globularis, Lagena, Quinqueloculina trigonula*), viennent s'ajouter des coquilles remaniées de l'Éocène (*Angulogerina muralis, Cancris subconicus, Bolivina eocenica, Textularia minuta*). S'agit-il d'une contamination des prélèvements, d'un transport par l'eau de ruissellement ? Quoi qu'il en soit, la pauvreté de l'association pliocène ne permet pas de dater les sédiments traversés par ce forage.

GISEMENT n° 12 (= S.22), le Mesnil-Vigot (la Butte Saint-Clair)

La faunule de Foraminifères contenue dans les trois échantillons étudiés ne constitue pas une association permettant d'indiquer son âge. Les espèces sont ubiquistes et le nombre des individus trop faible pour apporter une quelconque précision.

GISEMENT n° 13 (= S.11), Carentan (le Mesnil)

Ce sondage profond de 58 m s'est avéré très pauvre en Foraminifères. Ceux-ci sont uniquement composés de Polymorphines dont certaines de grande taille (*Polymorphina costata, Pseudopolymorphina variata*). La formation traversée est celle des Bohons (Pliocène inférieur).

GISEMENT n° 14 (= S.7), Carentan (Saint-Julien 1)

Entre 0 et 15 m, ce sondage traverse des faluns dépourvus de Foraminifères. Mais l'argile grise sous-jacente a livré une microfaune riche en Polymorphines, accompagnée, dans les échantillons de la base, par quelques rares *Cibicides, Elphidium, Pyrgo* et *Gaudryina rhodiensis*. On peut donner à cette argile un âge Pliocène inférieur, formation des Bohons.

GISEMENT n° 15 (= T.64), Carentan (Saint-Julien 2)

La microfaune récoltée à Saint-Julien est toujours très rare.

Entre 15 et 13,5 m, chaque espèce rencontrée ne compte qu'un ou deux individus. L'assemblage est difficile à dater ; il semble cependant qu'il appartienne au Pliocène inférieur, formation des Bohons. Les échantillons compris entre 13,5 m et la surface renferment un ensemble de Foraminifères qui ne varie pas et la présence de quelques *Faujasina* et de Polymorphines incite à placer cette coupe dans le Pliocène II, formation de la Brumannerie.

GISEMENT n° 16 (= T.67), Saint-Georges-de-Bohon (réserve de chasse de l'Ermitage 1)

Les quatre échantillons les plus inférieurs de ce forage (16 ; 15,5 ; 14 et 13 m) contiennent une microfaune composée à peu près exclusivement de Polymorphines (voir tabl. II) ; les autres espèces, *Buccella frigida, Monspeliensina pseudotepida* et *Aubignyna mariei*, sont réduites à deux ou trois individus chacune et n'apparaissent qu'à partir de 14 m. On peut dater ces prélèvements du Pliocène I, formation des Bohons.

TABLEAU II.

Réserve de chasse de l'Ermitage 1 (gisement n°16)	4,5 m	7 m	7,5 m	13 m	14 m	15,5 m	16 m
Aubignyna mariei Marg.	—	—	—	—	—		
Monspeliensina pseudotepida (Voorth.)	—	▬	▬	▬	—		
Oolina hexagona (Will.)	—	—					
Elphidiella hannai Cushm. et Grant.	—	—					
Bolivina sp.		—					
Discorbitura cushmani Marg.		—	—				
Elphidium macellum F. et M.		—	—				
E. sp.		—	—				
Faujasina carinata (d'Orb.)		—	▬				
F. compressa Marg.		—	—				
F. subrotunda T.-D. et R.		—	—				
Fissurina sp.		—	—				
Pararotalia serrata T.-D. et R.		—	▬				
Sigmomorphina semitecta-terquemiana (Forn.)		—	—	—	—	—	—
Quinqueloculina triangularis d'Orb.			—				
Lagena gracillima (Seg.)			—				
L. striata d'Orb.			—				
Oolina squamosa (Mont.)			—				
Buccella frigida-granulata di Nap.				—	—	—	
Globulina gibba d'Orb.				—	▬	—	—
G. gibba tuberculata d'Orb.				—	▬	—	
G. rotundata Born.				—	▬	—	▬
Guttulina bulloides (Reuss.)				—	▬	—	—
G. roemeri (Reuss.)				—	▬	—	
Polymorphina frondiformis Wood				—	—		
Pseudopolymorphina jonesi Cushm. et Ozaw.				—	▬		—
P. variata (P.J. et B.)				—	—		
P. cf. *doanei* Gall. et Wiss.					—		

A 7,5 m, l'association recueillie est complètement différente; les Polymorphines sont réduites à une seule espèce, les *Monspeliensina*, *Faujasina*, *Pararotalia* sont très bien représentées, les *Elphidium*, *Quinqueloculina*, *Lagena*, *Discorbitura*, *Fissurina*, commencent à apparaître. Cet ensemble correspond bien, semble-t-il, à celui du Pliocène III, Bosq d'Aubigny.

A 7 m, une nouvelle modification de l'assemblage microfaunique se produit avec l'arrivée des *Elphidiella* et de quelques *Bolivina*; mais, bien que beaucoup moins nombreuses, les *Faujasina* continuent à subsister. Il s'agit là de la zone limite plio-pléistocène.

Enfin, à 4,5 m la microfaune est devenue très rare; les *Faujasina* ont totalement disparu, les *Elphidiella* subsistent; cet échantillon peut être rattaché au Quaternaire.

Gisement n° 17 (= S.6), Saint-Georges-de-Bohon (réserve de chasse de l'Ermitage 2)

Ce forage, implanté au voisinage du précédent, atteint cependant une plus grande profondeur, 49 m. Les échantillons de la base renferment une microfaune dominée par les Polymorphines avec seulement quelques *Monspeliensina pseudotepida* et *Fissurina*, et appartiennent à la formation des Bohons.

A partir de 43 m, et ce jusqu'à 30 m, cette association s'enrichit de quelques Miliolidae, d'*Elphidium paraskevaidisi*, et correspond assez bien à la microfaune de la formation de Selsouëf.

Les prélèvements compris entre 30 et 17 m contiennent encore de nombreuses Polymorphines, mais voient l'arrivée des premières *Faujasina*. On peut les dater du Pliocène II, formation de la Brumannerie.

Enfin, les échantillons supérieurs du forage sont pauvres en Foraminifères. A cette faunule sans aucun caractère stratigraphique, il est impossible de donner un âge précis.

Gisement n° 18 (= S.20), Saint-Georges-de-Bohon (réserve de chasse de l'Ermitage 3)

On recoupe dans ce forage profond de 53 m les mêmes formations que dans le forage S.6, mais elles s'avèrent beaucoup moins fossilifères.

Les Polymorphines dominantes dans les échantillons de la base (53-42 m), appartenant à la formation des Bohons, s'accompagnent de 41 à 29 m dans la formation de Selsouëf d'une augmentation des Miliolidae, d'*Elphidium paraskevaidisi*, de *Rotalia striatogranulosa*. A partir de 30 m et ce jusqu'à 14 m, l'association de Foraminifères va en s'appauvrissant; elle comprend, outre des Polymorphines et des Milioles, des *Faujasina*, et correspond à la formation de la Brumannerie. Les derniers prélèvements étudiés ne contiennent plus qu'une faunule ne permettant aucune datation précise.

Gisement n° 19 (= T.57), Saint-Georges-de-Bohon (la Meslerie)

Ce forage de 12 m est particulièrement pauvre en Foraminifères, puisque sur sept échantillons étudiés seul le plus inférieur (12 m) contenait une petite faunule, composée à 80 % d'*Elphidium*, toutes les autres espèces, *Faujasina*, *Monspeliensina*, *Cassidulina*, *Sigmomorphina*, *Fissurina*, *Lagena*, *Oolina*, *Discorbitura*, *Aubignyna*, etc., étant rares ou très rares. La pauvreté de cette association en individus rend difficile une datation précise; il semble cependant qu'elle présente un certain nombre de points communs avec la formation du Pliocène III : le Bosq d'Aubigny.

Gisement n° 20 (= T.55), Saint-Georges-de-Bohon (D.97 vers le sud)

Cette coupe est l'une des plus intéressantes de Basse-Normandie, tant par sa richesse en Foraminifères que par les renseignements stratigraphiques qu'elle apporte (voir tabl.III).

L'argile coquillière (24-15,10 m) de la base renferme en effet une microfaune extrêmement riche en *Faujasina* et en *Monspeliensina* avec une fréquence non négligeable des *Elphidium* et des *Pararotalia serrata*; les autres genres (*Fissurina*, *Lagena*, *Oolina*, Milioles, Polymorphines) restent beaucoup plus rares. Cette association correspond à la formation du Bosq d'Aubigny.

Tableau III.

097 vers le Sud (gisement n°20)	5,8m	8,10m	9,9m	12,7m	13,9m	14,10m	15,10m	16m	20m	24m
Ammonia beccarii (Linn.)										
Bolivina pseudoplicata H-A. et E.										
Cibicides lobatulus (W. et J.)										
Elphidiella hannai Cushm. et Grant										
Elphidium macellum-granulosum (Sid.)										
E. macellum (F. et M.)										
E. incertum (Will.)										
E. pulverulum Todd										
E. pseudolessonii T-D. et R.										
Fissurina foraminita Matthes										
Fissurina sp.										
Lagena laevis (Mont.)										
L. semi-striata Will.										
L. striata d'Orb.										
Lenticulina sp.										
Monspeliensina sp. (très petites)										
Nodosaria pyrula d'Orb.										
Oolina globosa (Mont.)										
O. hexagona Will.										
O. squamosa (Mont.)										
Pyrgo elongata d'Orb.										
Sigmomorphina semitecta-terquemiana (Forn.)										
Discorbitura cushmani Marg.										
Pyrgo oblonga (d'Orb.)										
P. depressa (d'Orb.)										
Quinqueloculina seminuium (Linn.)										
Faujasina carinata d'Orb.										
F. subrotunda T-D. et R.										
F. compressa Marg.										
Bucella frigida-granulosa (d. Nap.)										
Monspeliensina pseudolepida (Voorth.)										
Pararotalia serrata T-D. et R.										
Oolina acuticresta Reuss										
Guttulina bulloides Reuss										
Pseudopolymorphina variata (J.P. et B.)										
Nodosaria guttifera d'Orb.										
Sigmomorphina williamsoni (Terq.)										
Aubignyna mariei Marg.										
Discorbitura cushmani Marg.										
Fissurina sacculus (Forn.)										
F. pseudorbignyana (Buch.)										
Bulimina cf. *elegans* d'Orb.										
Rosalina granulosa Marg.										
Quinqueloculina lecalvezae Marg.										
Q. angulata (Will.)										
Triloculina laevigata d'Orb.										
Biloculinella globula (Born.)										
Miliolinella subrotunda Mont.										
Quinqueloculina sp.										

A partir de 14,10 m, on constate une diminution simultanée du nombre des espèces et du nombre des individus, tandis qu'apparaissent les premières *Elphidiella*. Jusqu'au prélèvement de 12,7 m compris, on a donc encore des *Faujasina* et déjà des *Elphidiella*, dans une microfaune de transition entre le Pliocène et le Pléistocène.

Les échantillons compris entre 9,9 et 5,8 m ont par contre une association de Foraminifères tout à fait différente, dominée par les *Elphidiella* et les *Elphidium*, avec de nombreuses *Ammonia beccarii*, quelques *Fissurina*, *Lagena*, *Oolina*; elle ne contient ni *Faujasina*, ni *Pararotalia*, ni Miolidae, ni *Monspeliensina*, et une seule espèce de Polymorphines : *Polymorphina semitecta terquemiana*. Cet assemblage est à rapprocher de celui rencontré à Saint-Nicolas-de-Pierrepont et montre qu'ici on a sans discontinuité le Quaternaire reposant sur le Pliocène supérieur.

Gisement n° 21 (= T.73), Saint-André-de-Bohon (est de Rougeville)

Les sédiments de la base du forage (30-18 m) renferment une microfaune dominée par les Polymorphines, avec également des *Faujasina*, *Monspeliensina* et plus rarement *Elphidium paraskevaidisi*, *Aubignyna mariei*, qui correspond à celle de la formation de la Brumannerie. A partir de 18 m et jusqu'à 7,5 m, on rencontre une microfaune particulièrement riche en *Faujasina*, *Buccella*, *Monspeliensina*, avec plus ou moins bien représentées des *Aubignyna*, *Cibicides*, *Discorbitura*, *Fissurina*, *Lagena*, *Oolina*, *Sigmomorphina*, assemblage qu'on peut rapprocher de celui du Bosq d'Aubigny.

Les échantillons examinés entre 7 et 0 m sont tous à peu près dépourvus de Foraminifères, et les quelques coquilles recueillies sont très endommagées et témoignent d'un remaniement.

Gisement n° 22 (= T.71), Saint-André-de-Bohon (le Bosq)

Il faut atteindre 17 m dans ce forage qui en comporte 30 pour rencontrer une microfaune composée de quatre ou cinq individus (*Monspeliensina pseudotepida*, *Buccella frigida*, *Elphidium macellum*). A partir de 17 m, le nombre des espèces et des individus s'accroît progressivement et donne une association du type Brumannerie, c'est-à-dire contenant de nombreuses Polymorphines, des Faujasines, quelques Oolines, Fissurines, *Lagena*, *Monspeliensina pseudotepida* et *Buccella frigida*.

Gisement n° 23 (= S.4 bis), Saint-André-de-Bohon (l'Ange 1)

Les treize échantillons examinés dans le forage S.4 bis implanté au lieu-dit « l'Ange » sont tous très riches en microfaune : 90 espèces réparties en 50 genres y ont été dénombrées.

Entre 54 et 32 m, cette microfaune est dominée par les Polymorphinidae, les Miliolidae, *Faujasina*, *Monspeliensina pseudotepida* et *Buccella frigida*; cette association est celle que l'on rencontre dans le Pliocène II, formation de la Brumannerie. Aucun échantillon n'ayant été étudié entre 32 et 27 m, c'est à partir de l'échantillon 27-26 m et jusqu'à 4 m que l'on rencontre un cortège de Foraminifères très différent du précédent : les Polymorphinidae et les Miliolidae ont subi une forte régression, les *Oolina* et les *Lagena* augmentent, tandis que les *Elphidium* quasi inexistants dans le Pliocène II prennent maintenant une importance égale à celle des *Faujasina*, *Buccella*, *Monspeliensina*, toujours très grandes. On peut dater cet ensemble du Pliocène III, formation du Bosq d'Aubigny.

Gisement n° 24 (= T.72), Saint-André-de-Bohon (l'Ange 2)

Ce forage à la tarière, bien que situé non loin du précédent, ne présente certainement pas le même faciès que S.4 bis. En effet, entre 30 et 12 m, les échantillons examinés, riches en microfaune appartiennent à la formation de la Brumannerie, bien qu'ils soient beaucoup plus pauvres en Miliolidae. Ces Foraminifères ne sont en effet abondants que dans des faciès sableux et les sédiments traversés ici sont surtout argileux.

Au-dessus de ce niveau, les onze premiers mètres du forage sont à peu près complètement dépourvus de microfaune et il est impossible de les dater avec précision.

Gisement n° 25 (= T.65), Saint-André-de-Bohon (le Quesney)

Comme dans le sondage précédent, les treize premiers mètres du forage T.65 ne contiennent pratiquement aucun Foraminifère. Au-dessous, entre 13,5 et 27 m, on recueille dans les sédiments traversés une microfaune riche surtout en *Faujasina* et Polymorphines avec *Buccella frigida*, *Monspeliensina pseudotepida*, et quasiment dépourvue de Milioles. Le dernier échantillon (27-30 m) ne renferme plus de Foraminifères.

Alors qu'il est impossible de donner un âge aux niveaux supérieurs, on peut attribuer les sédiments compris entre 13,5 et 27 m au Pliocène II, formation de la Brumannerie.

Gisement n° 26 (= T.58), Saint-André-de-Bohon (la Bréchollerie)

L'échantillon de la base du forage 30-28 m, qui contient de nombreuses espèces de Polymorphines, quelques Miliolidae. *Buccella*, *Faujasina*, *Monspeliensina*, semble bien pouvoir être daté de la formation de la Brumannerie (Pliocène II). A partir de 28 m et jusqu'à 19 m, on constate un épanouissement des Milioles, simultanément avec une nette augmentation des *Buccella*, *Monspeliensina*, *Faujasina* et une diminution des Polymorphines, ce qui correspond à la formation de Cricqueville, laquelle est surmontée, entre 19 et 12 m, par la formation du Bosq d'Aubigny, dans laquelle on voit disparaître à peu près toutes les Milioles, la majorité des Polymorphines, *Elphidium paraskevaidisi*, et où les *Faujasina* et *Pararotalia serrata* vont atteindre leur maximum de fréquence.

Cette microfaune va rapidement s'amenuiser entre 12 et 9 m. Il est impossible de dater exactement ce niveau, en l'absence d'espèces caractéristiques; il s'agit peut-être de la zone limite entre le Plio-Pléistocène, car les *Faujasina*, *Discorbitura*, *Monspeliensina* sont devenues très rares dans l'échantillon 6-3 m; mais les formes quaternaires n'ont pas encore fait leur apparition et il est hasardeux d'émettre cette hypothèse. Entre 3 m et la surface, aucun Foraminifère n'a été rencontré (voir tabl. IV).

B — Bassin de Saint-Sauveur-le-Vicomte

Gisement n° 27 (= S.48), Rauville-la-Place (hameau Cauvin 2)

Les niveaux inférieurs de ce sondage renferme une microfaune d'âge éocène. Très pauvre entre 18 et 15,8 m, elle devient plus abondante à partir de 15,8 m jusqu'à 8,5 m, profondeur à

Tableau IV.

La Bréchollerie (gisement n°26)	0–3m	3–6m	9–12m	12–15m	15–19m	19–24m	24–28m	28–30m
Ammonia beccarii (Linn.)								
Aubignyna mariei Marg.								
Buccella frigida (Cushm.)								
Cibicides lobatulus (W. et J.)								
Discorbitura cushmani Marg.								
Elphidium macellum (F. et M.)								
E. macellum granulosum (Sid.)								
Faujasina carinata (d'Orb.)								
F. compressa Marg.								
F. subrotunda T.-D. et R.								
Fissurina pseudorbignyana (Buch.)								
F. sacculus (Forn.)								
Globulina gibba d'Orb.								
G. gibba tuberculata d'Orb.								
Lagena gracillima (Seg.)								
L. striata d'Orb.								
L. sulcata (W. et J.)								
Monspeliensina pseudotepida (Woorth.)								
Nonion sp.								
Oolina globosa (Mont.)								
Sigmoilina sp.								
Sigmomorphina semitecta-terquemiana (Forn.)								
Bolivina pseudoplicata (H.-A. et E.)								
B. sp.								
Cibicides advenus (d'Orb.)								
Fissurina fasciata (Egger)								
Lagena laevis Mont.)								
L. semistriata Will.								
Neoconorbina terquemi (Rzehak.)								
Oolina squamosa (Mont.)								
Pararotalia serrata (T.-D. et R.)								
Patellina corrugata Will.								
Rosalina nitida (Will.)								
Sigmomorphina williamsoni (Terq.)								
Bulimina sp.								
Elphidium paraskevaidisi Christ.								
Globulina inaequalis (Reuss.)								
Guttulina roemeri (Reuss.)								
Oolina hexagona (Will.)								
Pseudopolymorphina jonesi Cushm. et Ozaw.								
P. variata (J.-P. et B.)								
Sigmomorphina flinti Cushm.								
Pyrgo sp.								
Quinqueloculina angulata (Will.)								
Q. cliarensis H.-A. et E.								
Q. leratvezae Marg.								
Q. seminulum Linn.								
Q. triangularis d'Orb.								
Q. undosa Karrer								
Q. undulata d'Orb.								
Q. vulgaris d'Orb.								
Spiroloculina excavata d'Orb.								
Triloculina oblonga (Mont.)								
T. trigonula (Lmk.)								
Rotalia striato-granulosa Seg.								

laquelle on atteint le Pliocène. L'échantillon 8,5-8,1 m contient des Milioles, des Polymorphines, des Faujasines en petite quantité, mais cette association entre 6,2 et 3 m s'enrichit et se diversifie beaucoup, et correspond tout à fait à celle du Pliocène III rencontrée à Cricqueville.

GISEMENT n° 28 (= S.50), Rauville-la-Place (la Brumannerie 1)

Deux forages y ont été effectués à quelques mètres de distance. Les huit échantillons étudiés dans le forage n° 1 s'étagent de 25 à 5 m. Ils renferment une riche microfaune comprenant de très nombreuses Polymorphines et Faujasines, avec en outre des *Buccella frigida, Monspeliensina pseudotepida, Discorbitura cushmani, Rotalia striato-granulosa,* toutes les autres espèces et en particulier *Elphidium paraskevaidisi,* les *Lagena, Fissurina* n'étant représentées que par un ou deux individus. Cette association est caractéristique de cette formation dite de la Brumannerie et se retrouve dans d'autres gisements de Basse-Normandie.

GISEMENT n° 29 (= F.52), Rauville-la-Place (la Brumannerie 2)

Dans le second forage implanté au voisinage du précédent, huit échantillons ont également donné lieu à une étude micropaléontologique. Compris entre 25,5 et 4,3 m, ils renferment, entre 22,5 m et 4,3 m, une association de Foraminifères abondants et diversifiés, tout à fait analogue à celle du forage précédent, riche en Faujasines et Polymorphines avec de nombreux individus de *Buccella frigida, Monspeliensina pseudotepida, Discorbitura cushmani,* très pauvre en *Elphidium, Lagena, Fissurina.*

L'échantillon de la base du forage est extrêmement pauvre en Foraminifères, mais les quelques individus de *Faujasina* et de Polymorphines recueillis laissent à penser qu'il appartient aussi à la formation de la Brumannerie comme les prélèvements sus-jacents.

GISEMENT n° 30 (= F.25 B), Saint-Sauveur-le-Vicomte (la Gathe)

De ce forage profond de plus de 60 m, dix-huit échantillons m'ont été confiés.

Celui de la base, compris entre 59,5 et 56 m, ne contenait que de rares Foraminifères témoignant, par l'aspect des coquilles, d'un remaniement certain.

Par contre, entre 48 et 54,5 m les sables gris traversés sont très riches en microfaune. Dominée par les Miliolidae (*Quinqueloculina angulata, Q. cliarensis, Q. lecalvezae, Q. rhodiensis, Q. triangularis, Q. undulata, Q. ungeriana, Q. undosa, Q. seminulum, Biloculinella globosa, Miliolinella subrotunda, Pyrgo bradyi*) avec également de nombreuses Polymorphines (*Pseudopolymorphina variata, P. doanei, Sigmomorphina semitecta-terquemiana, Guttulina bulloides, G. roemeri, Globulina gibba, G. gibba-tuberculata, G. gibba-fissicostata, G. rotundata*) et quelques *Monspeliensina pseudotepida, Discorbitura cushmani, Pararotalia serrata,* cette association est celle de la formation de Selsouëf.

Les sédiments sus-jacents (48-24,5 m) sont beaucoup moins microfossilifères ; les Milioles ont pratiquement disparu ; mais les Polymorphines continuent à évoluer avec une fréquence moindre, les *Monspeliensina* et les *Buccella* augmentent d'importance, mais surtout on voit apparaître les premières *Faujasina.* On peut dater cette microfaune du Pliocène II, formation de la Brumannerie.

Les échantillons compris entre 22 et 12 m, présentant un faciès argileux, retrouvent un

cortège de Foraminifères riche et diversifié, caractérisé par l'abondance des *Faujasina*, des *Monspeliensina*, l'augmentation des *Elphidium* et des *Pararotalia serrata*. On y retrouve quelques espèces de Miliolidae pauvres en individus et des Polymorphines devenues rares, parmi elles les espèces de grande taille (*Pseudopolymorphina variata*, *Polymorphina frondiformis*) ayant complètement disparu. De nombreuses espèces d'importance secondaire, car représentées par un ou deux individus, ont fait leur apparition; parmi elles on peut citer *Cibicides*, *Cyclogyra involvens*, des Fissurines, des *Lagena*, des *Oolina*, *Glabratella erecta*, etc.). Cette association d'âge pliocène III correspond à celle rencontrée à Cricqueville-en-Bessin.

L'échantillon compris entre 12 et 10 m est pratiquement dépourvu de Foraminifères; les quelques coquilles récoltées sont des *Faujasina*, *Monspeliensina*, *Cibicides* et leur rareté ne permet aucune datation précise.

CONCLUSIONS

Conclusions paléoécologiques

Le Pliocène de Basse-Normandie s'avère donc contenir une microfaune riche et variée, homogène dans son ensemble. C'est en effet ce que reflète la comparaison des bassins de Carentan et de Saint-Sauveur-le-Vicomte qui renferment tous deux des associations identiques au point de vue de la qualité des genres et des espèces. On peut citer, par exemple, la microfaune du gisement de la Brumannerie qui est à peu près exactement celle des échantillons du même âge à Saint-André-de-Bohon (est de Rougeville), à Marchésieux (la Varde, etc.).

Cette microfaune de caractère nettement littoral est exclusivement composée de Foraminifères benthiques et en très grande majorité à coquille calcaire, les tests arénacés ne constituant qu'une très faible minorité.

Les variations verticales de cet ensemble faunistique sont en étroite relation avec les fluctuations climatiques qui accompagnent le dépôt sédimentaire. Il semble qu'on assiste à un refroidissement progressif de la mer dont la température encore élevée au Pliocène inférieur va devenir de plus en plus basse au Pliocène moyen et supérieur pour atteindre un minimum de degrés au début du Quaternaire. Les espèces de mer chaude (Polymorphines) nombreuses dans la formation des Bohons vont régresser lentement jusqu'à une disparition quasi complète, tandis qu'arrivent les formes d'origine arctique dont les *Elphidiella* apparues à la limite plio-pléistocène sont le principal représentant.

Conclusions stratigraphiques

Si les associations rencontrées dans le Pliocène de Basse-Normandie sont en relation étroite avec les fluctuations du climat, elles n'en montrent pas moins des variations liées à l'âge des sédiments qui les contiennent. En effet, chaque formation stratigraphique renferme une microfaune dans laquelle on constate la présence d'espèces nouvelles quel que soit le faciès de la dite formation. C'est ainsi qu'on peut mentionner à titre d'exemple qu'*Elphidium*

paraskevaidisi et *Pararotalia serrata* apparaissent dans la formation de Selsouëf, que les premières *Faujasina* se rencontrent dans la formation de la Brumannerie, qu'*Epistominella irregularis*, *Sejunctella earlandi*, *Spirillina denticuloreticulata* n'ont pas été trouvées avant le niveau du Bosq d'Aubigny.

Enfin il faut noter que la plus grande partie de cette microfaune pliocène va s'éteindre au Quaternaire, mais qu'avant de disparaître, elle cohabitera, pendant un certain temps, avec une nouvelle association qui présente tout un cortège de Foraminifères dont l'évolution se poursuivra au cours du Pléistocène.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bassompierre, P., Ph. Brébion, É Buge, A. Lauriat, Y. Le Calvez et P. Martin, 1972. — Le gisement redonien de Fécamp (Seine-Maritime). *Bull. Rech. géol. & minières*, 2ᵉ sér., **1** (1) : 29-48, 2 fig., 2 pl., 5 tabl.

Brébion, Ph., É.Buge, G. Fily, A. Lauriat, J, P. Margerel et Cl. Pareyn, 1973-1974. — Le Quaternaire ancien de Saint-Nicolas-de-Pierrepont et Saint-Sauveur-de-Pierrepont (Manche). *Bull. Soc. linn. Normandie*, **104** : 70-106, 5 fig., 2 pl., 4 tabl.

Clet-Pellerin, M., Y. Le Calvez et Cl. Pareyn, 1985 — Le Tiglien dans le Cotentin. Essai de datation par les Pollens et les Foraminifères d'un forage effectué au Bosq d'Aubigny (Manche). *Sci. Géol. Bull.*, **38** (1) : 67-71, 1 tabl.

Cushman, J. A., et Y. Ozawa, 1930. — A monograph of the foraminiferal family Polymorphinidae; Recent and fossil. *Proc. U.S. natn. Mus.*,**77** (2829) : 1-195, 40 pl., 2 tabl.

Glaçon, G., et M. Lys, 1968. — Note préliminaire à une révision des espèces de *Monspeliensina* nouveau genre de Foraminifères accompagnant la transgression miocène dans le Languedoc. *C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, sér. D, **267** (26) : 2302-2305, 2 pl.

Heron-Allen, E., et A. Earland, 1930. — The Foraminifera of the Plymouth district. *Jl. R. microsc. Soc.*, London, ser. 3, **50** (pt. 1) : 46-84, pl. 1-3 ; pt. 2 : 161-199, pl. 4-5.

Jones, T. R., 1895-1897. — A monograph of the Foraminifera of the Crag. *Palaeontogr. Soc.*, Part II, III, IV : 211-402.

Lauriat-Rage, A., 1986. — Les Bivalves du Pliocène de Normandie. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 4ᵉ sér., **8**, C, (1) : 3-51, 3 fig., 4 pl., 14 tabl.

Le Calvez, Y., et A. Blondeau, 1978. — La microfaune « biarritzienne » du Lutétien du Cotentin. *Bull. Inf. Géol. Bassin de Paris*, **15** (2) : 21-31, 1 fig., 3 pl.

Loeblich, A. R., et H. Tappan, 1964. — Treatise on Invertebrate Paleontology. Part C, Protista, **2**, 2.

Margerel, J. P., 1968. — Les Foraminifères du Redonien. Systématique, répartition stratigraphique, paléoécologie. Thèse Univ. Nantes : 207 p., 41 fig., 44 pl., 10 tabl.

— 1970. — Les Foraminifères des marnes à « *Nassa prismatica* » du Bosq d'Aubigny. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, **279** (2) : 133-156, 3 pl.

— 1971. — Le genre *Faujasina* d'Orbigny dans le Plio-Pléistocène du bassin nordique européen. *Revue Micropaléont.*, **14** (3) : 113-120, 3 pl.

Marie, P., 1958. — Sur la faune de Foraminifères des marnes à *Nassa* du Bosq d'Aubigny. Actes C. r. 83ᵉ Congr. Soc. sav. Aix-Marseille, sect. Sci. géol., Coll. Miocène, Paris : 239-246, 1 tabl.

Orbigny, A. d', 1839. — Foraminifères. *In* : De la Sagra, Histoire physique, politique et naturelle de l'Île de Cuba. Paris, A. Bertrand éd. : 1-24, pl.

PAREYN, Cl., 1980. — Mise en évidence d'une activité néotectonique pliocène et quaternaire dans le Cotentin, le bassin de Carentan et le Bessin (Manche et Calvados). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7e sér., **22** (4) : 695-701.

— 1984. — Les découvertes récentes sur les séries marines néogènes et pléistocènes ouvrant la voie à une conception nouvelle de l'évolution structurale et morphologique de la Basse-Normandie. Livre jubilaire A. Journaux : 215-232, 1 fig., 1 tabl., Ch. Corlet éd.

PAREYN, Cl., Ph. BRÉBION, É. BUGE, R. P. CARRIOL, A. LAURIAT-RAGE, Y. LE CALVEZ et J. ROMAN, 1984. — Le gisement pliocène de Cricqueville-en-Bessin (Calvados). Étude géologique et paléontologique. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 4e sér., **5**, C (4) (1983) : 367-405, 2 pl., 4 tabl.

ROGER, J., et S. FRENEIX, 1946. — Remarques sur les faunes de Foraminifères du Redonien. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5e sér., **16** (1-3) : 103-113, 1 tabl.

VAN VOORTHUYSEN, J. H., 1958. — Les Foraminifères mio-pliocènes et quaternaires de Kruisschans. *Mém. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, (142) : 1-34, 10 pl.

PLANCHE I

1. — *Faujasina subrotunda* T.D. et R. × 100.
2. — *Faujasina compressa* Marg. × 100.
3-4. — *Faujasina carinata* (d'Orb.) × 100.
5. — *Fissurina silvestrii* (Buchner) × 100.
6. — *Rosalina granulosa* Marg. × 45.

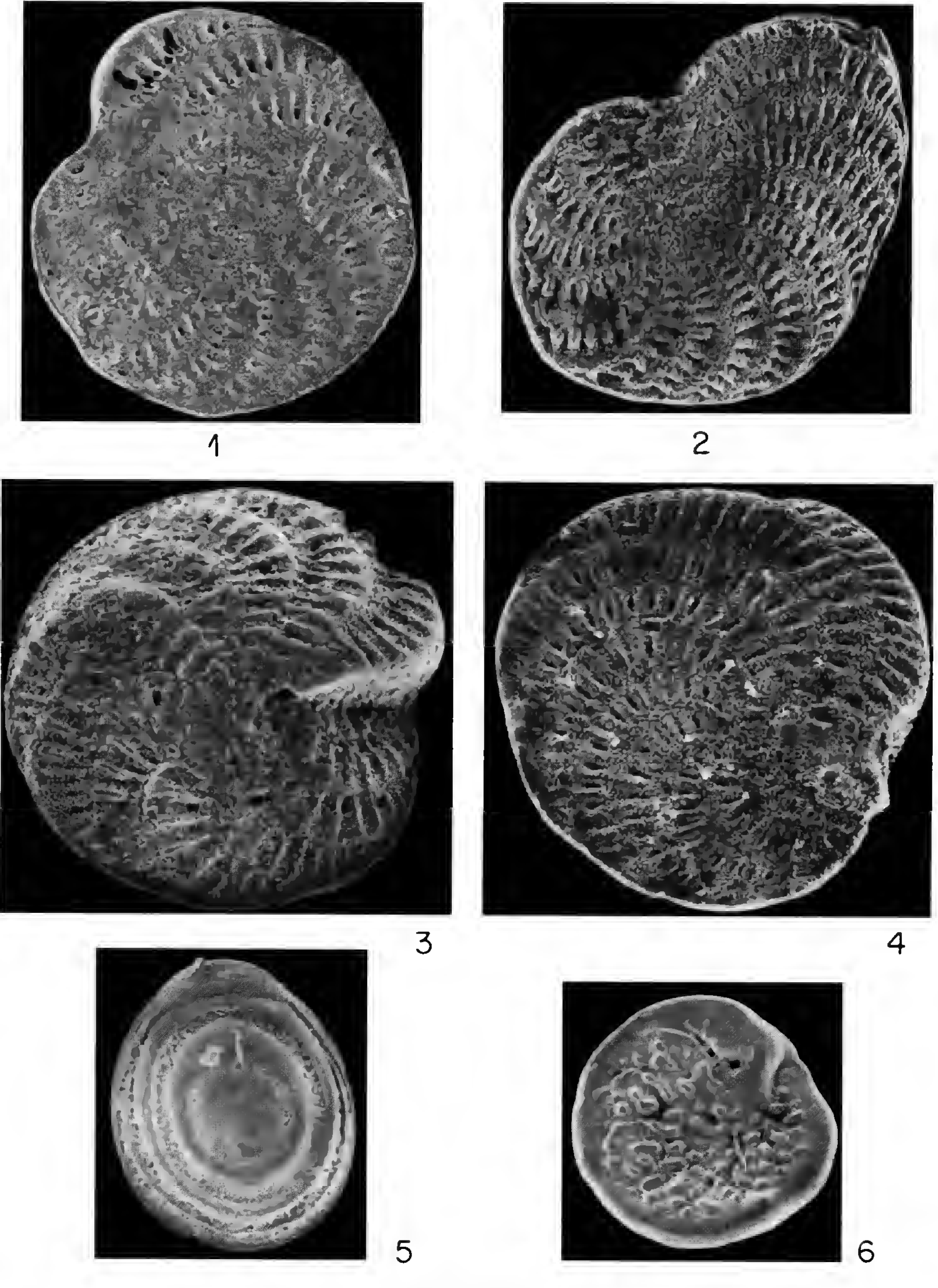


PLANCHE I

PLANCHE II

1-2. — *Monspeliensina pseudotepida* (Woorth) × 100.
3-4. — *Buccella frigida-granulata* di Nap. × 100.
5. — *Rotalia striatogranulosa* Seg. × 45.
6. — *Elphidiella hannai* Cushm. et Grant × 100.

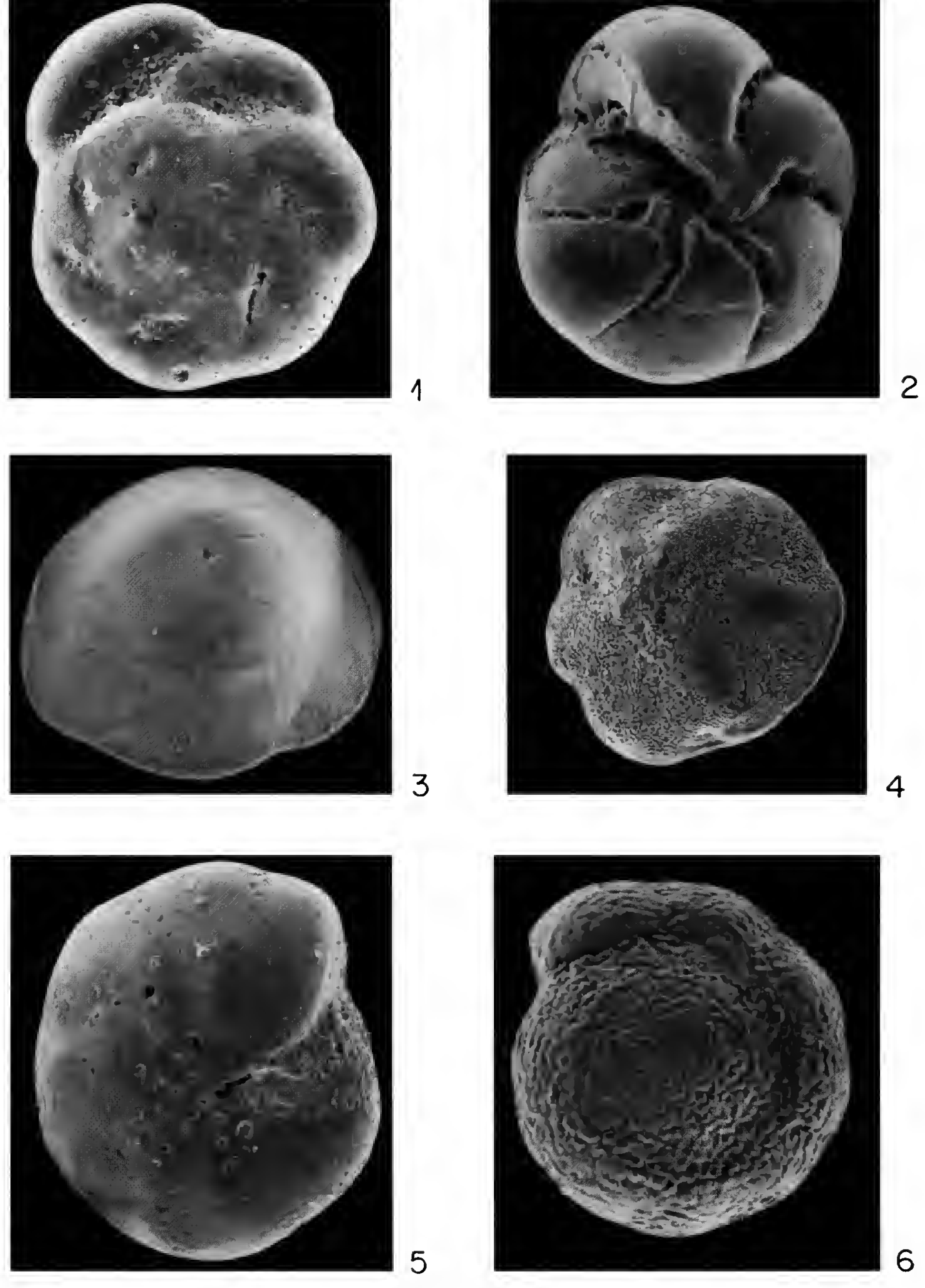


PLANCHE II

PLANCHE III

1. — *Polymorphina frondiformis* Wood × 15.
2. — *Pseudopolymorphina variata* (J.P. et B.) × 30.
3. — *Polymorphina charlottensis* Cushm. × 30.
4. — *Pseudopolymorphina* cf. *doanei* (Gall et Wiss) × 30.
5-6. — *Pararotalia serrata* T. et R. × 100.
7. — *Elphidium* cf. *pseudolessonii* T.D. et R. × 45.

Clichés MEB S. LAROCHE, UA 12, CNRS, MNHN.

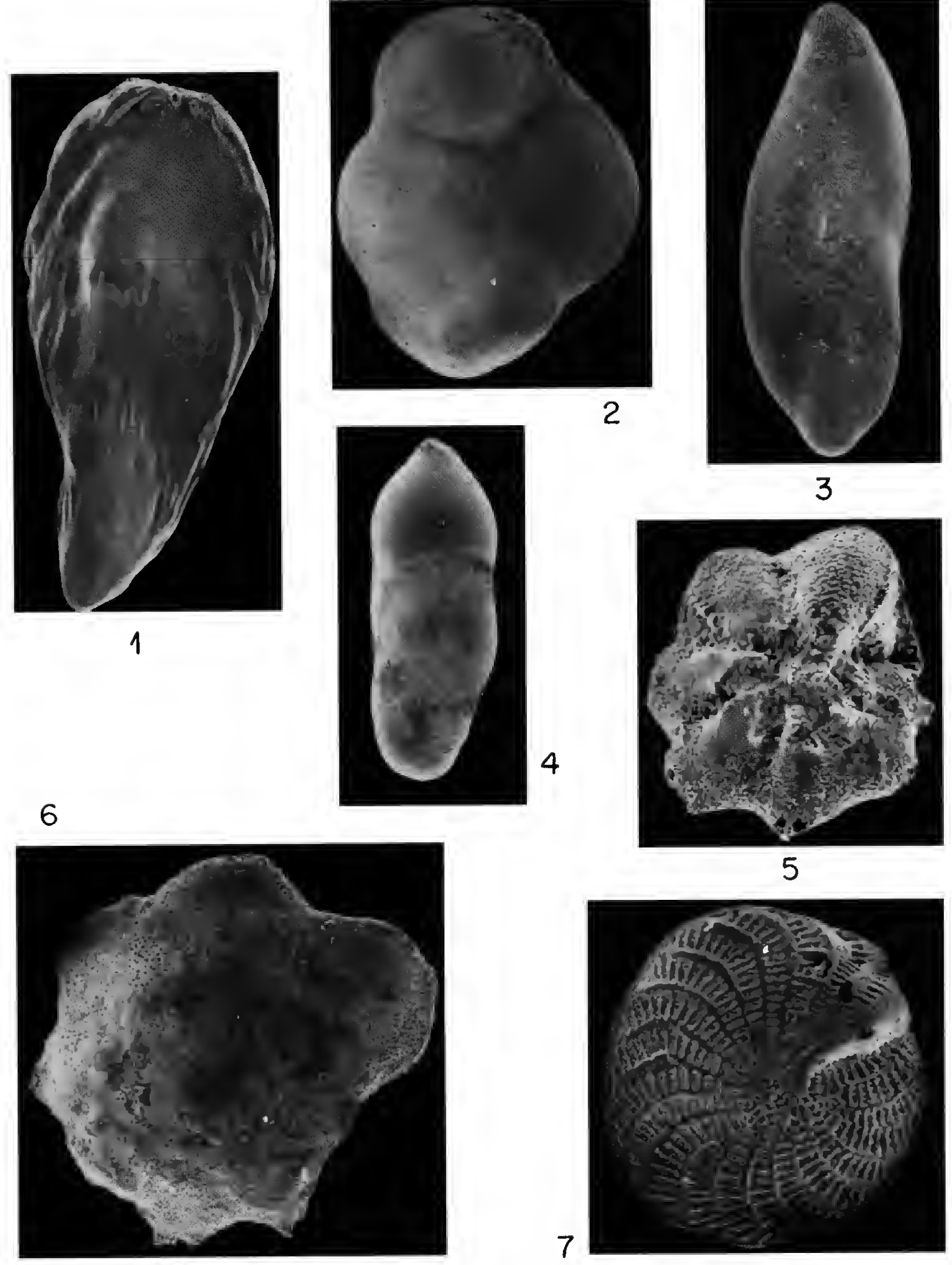


PLANCHE III

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 4[e] sér., 9, 1987,
section C, n° 2 : 151-180.

Révision d'*Heliophyllum halli* Milne-Edwards et Haime, espèce-type du genre *Heliophyllum* Hall *in* Dana (Tétracoralliaire dévonien)

par Marie COEN-AUBERT

Résumé. — L'espèce est redécrite à partir du matériel original de H. MILNE-EDWARDS et J. HAIME (1851). Le néotype proposé, figuré jadis par ces deux auteurs provient du Groupe d'Hamilton de Moscow, aujourd'hui Leicester dans l'État de New York aux USA. A titre de comparaison, d'autres spécimens givétiens de l'espèce, prélevés dans les Formations de Ludlowville et de Moscow de la même région ainsi que dans la Formation d'Hungry Hollow de l'Ontario méridional au Canada, ont été examinés. Enfin, les *Heliophyllum halli* signalés au sommet de l'Eifélien du Maroc par D. LE MAÎTRE sont attribués à *H. halli moghrabiense* Le Maître, 1947.

Abstract. — The species is redescribed on the basis of the original material from H. MILNE-EDWARDS and J. HAIME (1851). A specimen from the Hamilton Group of Moscow, today Leicester, in New York State USA, figured formerly by these two authors, is proposed as neotype. For comparison, other Givetian coralla of the species collected from the Ludlowville and Moscow Formations of the same area and from the Hungry Hollow Formation of southern Ontario in Canada have been studied. *Heliophyllum halli* specimens reported from the top of the Eifelian in Morocco by D. LE MAÎTRE are assigned to *H. halli moghrabiense* Le Maître, 1947.

M. COEN-AUBERT, *Département de Paléontologie, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, rue Vautier 29, B-1040 Bruxelles, Belgique.*

En 1843, J. HALL (p. 209, fig. 87, 3 et n° 48, fig. 3) détermine comme *Strombodes helianthoides?* Goldfuss, 1826, un polypier du Groupe d'Hamilton de York situé dans le Comté de Livingstone de l'État de New York aux USA. Trois ans plus tard, ce spécimen sert de support au genre *Heliophyllum* Hall *in* J. D. Dana (1846 : 183). C'est sur lui également que H. MILNE-EDWARDS et J. HAIME (1850, p. LXIX) fondent l'espèce *Heliophyllum halli* utilisée depuis lors comme espèce-type d'*Heliophyllum* et considérée comme bien distincte de l'espèce de G. A. GOLDFUSS (1826). En 1851 (pl. 7, fig. 6, 6a et 6b), les mêmes auteurs publient trois figures de *H. halli* provenant probablement d'un même échantillon, sans toutefois préciser son origine.

D'après les articles 11i et 70c du Code international de Nomenclature zoologique (1985, 3[e] éd.), l'espèce-type d'*Heliophyllum* devrait être *H. helianthoides* Hall *in* Dana, 1846. Toutefois, suivant l'article 11e, *H. halli*, son synonyme, est un nom valide parce que publié avant 1961. Dès lors, selon les articles 23b et 79c, il n'y a aucune raison valable de remettre en cause cette nomenclature bien établie.

Comme l'espèce *H. halli* a été fondée sur le spécimen unique de J. HALL (1843), c'est ce

dernier qui en est, en principe, l'holotype bien qu'il soit égaré depuis longtemps (voir notamment A. B. IVANOVSKY, 1976 : 80). Cette perte me fut d'ailleurs confirmée par E. LANDING, Senior Scientist au New York State Museum dépendant de l'Université de l'État de New York à Albany aux USA, dans une lettre datée du 5 avril 1985 et avait probablement été signalée à D. HILL (1981 : F296). Cet auteur avait dès lors considéré comme type de l'espèce *H. halli*, mais sans lui décerner un statut particulier, l'échantillon non figuré Z79a (erronément dénommé Z89a), provenant des Chutes de l'Ohio situées à la limite des États de l'Indiana et du Kentucky aux USA et conservé dans la collection H. MILNE-EDWARDS au Muséum national d'Histoire naturelle à Paris. Elle indiquait en outre par erreur (p. 297, fig. 192, 1a-c) que le polypier figuré par H. MILNE-EDWARDS et J. HAIME (1851) était originaire de la même région.

Par le plus grand des hasards, ce spécimen (MNHN IP S.11661) figuré pl. 7 fig. 6a *in* H. MILNE-EDWARDS et H. HAIME (1851) a été retrouvé par F. TOURNEUR, dans les caves du Laboratoire de Paléontologie à Louvain-la-Neuve en Belgique. Il avait été emprunté il y a bien longtemps par M. LECOMPTE et était accompagné d'un autre polypier non figuré de la même collection (MNHN IP S.11662); il apparut également que ces deux échantillons proviennent en réalité du Groupe d'Hamilton de Moscow, dans le Comté de Livingstone de l'État de New York.

De l'examen attentif du demi-polypier de H. MILNE-EDWARDS et J. HAIME (1851), il ressort que les deux autres figures de ce travail (pl. 7, fig. 6 et 6b) appartiennent manifestement au même spécimen avant son débitage longitudinal. C'est donc cet échantillon qui est proposé comme néotype d'*Heliophyllum halli* et décrit dans ce travail. A titre de comparaison, j'ai également examiné d'autres polypiers de l'espèce prélevés à la fois dans l'État de New York et dans l'Ontario méridional au Canada. Enfin, les *H. halli* de l'Eifélien du Maroc décrits par D. LE MAÎTRE (1947) sont attribués à *H. halli moghrabiense* Le Maître, 1947.

I. STRATIGRAPHIE DES GISEMENTS ÉTUDIÉS

ÉTAT DE NEW YORK

L'holotype de J. HALL (1843) de même que le néotype (MNHN IP S.11661) et l'échantillon MNHN IP S.11662 qui l'accompagnait proviennent tous trois du Groupe d'Hamilton du Comté de Livingstone, dans la partie occidentale de l'État de New York. Le premier spécimen a été récolté à York et les deux autres à Moscow aujourd'hui Leicester. La distance séparant ces deux localités est d'environ 8 kilomètres.

Dans l'État de New York, le Groupe d'Hamilton se compose principalement de shales interrompus par plusieurs minces lits très continus de calcaire argileux, riche en Coraux. Il surmonte le Calcaire d'Onondaga et est recouvert par la Formation de Tully ou presque directement par la Formation de Genesee. Il est subdivisé en quatre formations qui sont, de bas en haut, les Formations de Marcellus, Skaneateles, Ludlowville et Moscow (tabl. I). D'un point de vue biostratigraphique, il correspond à l'Eifélien terminal et à la majeure partie du Givétien. La base du Frasnien, définie par l'apparition d'*Ancyrodella rotundiloba*, se trouve en effet dans la Formation de Genesee.

Tableau I. — Stratigraphie du Givétien de l'État de New York et de l'Ontario. Les *Heliophyllum halli halli* décrits dans ce travail proviennent des Formations de Ludlowville et de Moscow dans l'État de New York ainsi que de la Formation de Hungry Hollow dans l'Ontario.

ETAGES	ETAT DE NEW YORK		CONODONTES	ONTARIO	
		FORMATIONS ET MEMBRES		FORMATIONS	
FRASNIEN		Genesee			
GIVETIEN		Tully	BASE DE LA ZONE A P. VARCUS MOYENNE		
	GROUPE D'HAMILTON	Moscow			
		Ludlowville		Ipperwash	GROUPE D'HAMILTON
				Widder	
		(CALCAIRE DE CENTERFIELD)	BASE DE LA ZONE A P. VARCUS INFERIEURE	Hungry Hollow	
		Skaneateles		Arkona	
				Rockport Quarry	
				Bell	
		Marcellus			
EIFELIEN		Calcaire d'Onondaga			

A la suite de J. W. Wells (1937), tous les auteurs ont admis que l'holotype de J. Hall avait été récolté dans la Formation de Ludlowville. Cette opinion est vraisemblable si l'on se réfère aux descriptions des affleurements de York données jadis par J. Hall (1843 : 189 et 462) et tout récemment par C. E. Brett et G. C. Baird *in* J. E. Sorauf et W. A. Oliver (1983 : 160, stop 16). Il est par contre beaucoup plus délicat d'apporter des précisions lithostratigraphiques sur le néotype (MNHN IP S.11661) et l'échantillon MNHN IP S.11662, originaires de Leicester. Comme c'est dans cette localité qu'a été définie la Formation de Moscow et qu'elle y a toujours bien affleuré, il est probable que ces deux spécimens en proviennent. La coupe type de la Formation de Moscow le long du Little Beards Creek, localement riche en Coraux, a de nouveau été décrite par J. Hall (1843 : 189 et 462) et par C. E. Brett et G. C. Baird *in* J. E. Sorauf et W. A. Oliver (1983 : 163, stop 17).

Du matériel de comparaison pour l'État de New York a été fourni par R. Conil. Celui-ci l'a échantillonné à la base de la Formation de Ludlowville, dans le Calcaire de Centerfield exposé le long du Delaware, en contrebas de la tranchée du chemin de fer située 4 kilomètres à l'ouest de East Bethany, dans le Comté de Genesee (stop 10 décrit par C. E. Brett et G. C. Baird *in* J. E. Sorauf et W. A. Oliver, 1983 : 135).

Au total, le matériel de l'État de New York étudié dans ce travail provient vraisemblablement des deux dernières formations du Groupe d'Hamilton et est donc incontestablement givétien. En termes de Conodontes, c'est dans le Calcaire de Centerfield que G. Klapper *in* W. A. Oliver et G. Klapper (1981 : 61) a trouvé la base de la zone à *Polygnathus varcus* inférieure, tandis que la zone à *P. varcus* moyenne débute dans la partie supérieure de la Formation de Moscow.

Ontario

Les échantillons de l'Ontario méridional procurés par P. Bultynck et A. N. Mouravieff ont également été prélevés dans la partie supérieure du Groupe d'Hamilton, mais dans une formation locale, à savoir celle de Hungry Hollow (tabl. I). Celle-ci a 1,5 m d'épaisseur et affleure à la fois le long de l'Ausable River à Hungry Hollow, près d'Arkona et à la tuilerie de Thedford (stops C-4 et C-7 *in* P. G. Telford, 1975 : 154 et 157). C'est au sommet de la Formation d'Arkona sous-jacente qu'apparaissent *Icriodus latericrescens latericrescens* et *Polygnathus varcus*. T. T. Yueno *et al.* (1982 : 22) ont d'ailleurs précisé qu'il s'agit de la zone à *P. varcus* inférieure, ce qui permet de corréler la Formation de Hungry Hollow de l'Ontario avec le Calcaire de Centerfield de l'État de New York.

Maroc

Quant au matériel du Maroc, il provient du Ma'der et surtout du célèbre gisement de Ouahlane, dont la faune corallienne a été étudiée par D. Le Maître (1947). P. Bultynck (1985) a revu récemment cet affleurement localisé sur la figure 1 de son travail. Plus précisément, *H. halli moghrabiense* a été récolté non loin du sommet de la coupe, dans le second biostrome de la Formation de Taboumakhloûf. C'est dans ces couches que P. Bultynck (1985, échantillon 25, fig. 10 et p. 265) a trouvé des Conodontes caractéristiques de la zone à *Polygnathus kockelianus* et donc du sommet de l'Eifélien; des Calcéoles avaient d'ailleurs été signalées de part et d'autre de ce biostrome par D. Le Maître (1947 : 7). C'est probablement dans un niveau équivalent que P. Sartenaer a échantillonné un *H. halli moghrabiense* à Madène el Mrakib, car il est également accompagné de Calcéoles; cette coupe a été figurée précédemment par H. Hollard (1974, fig. 1 et 4; 1981, tabl. 3).

Par contre, le polypier prélevé par P. Bultynck à Ou Driss Est, sous l'échantillon ODE 2 noté sur le tableau 3 de H. Hollard (1981), est incontestablement givétien, car il est associé à *Polygnathus timorensis* indiquant la zone à *Polygnathus varcus* inférieure; cette localité est également pointée sur la figure 1 de P. Bultynck (1985).

II. SYSTÉMATIQUE

Famille Eridophyllidae De Fromentel, 1861

Genre **HELIOPHYLLUM** Hall *in* Dana, 1846

Espèce-type : *Cyathophyllum helianthoides* Goldfuss, 1826 *sensu* J. Hall (1843 : 209, fig. 87, 3 et n° 48, fig. 3) [= *Heliophyllum halli* Milne-Edwards et Haime, 1850].

Diagnose : Rugueux solitaires ou faiblement fasciculés à plate-forme périphérique horizontale et dépression axiale. Fossule cardinale peu marquée. Septes longs et de deux ordres, affectés de nettes carènes opposées (carènes « yardarm » des auteurs anglo-saxons) dans le dissépimentarium, pouvant être fortement dilatés et contigus aux stades jeunes, uniformément minces aux stades adultes. Nombreux petits dissépiments globuleux, disposés en rangées horizontales dans la partie externe du dissépimentarium et inclinés dans sa partie interne. Planchers habituellement incomplets.

Heliophyllum halli halli Milne-Edwards et Haime, 1850
(Pl. I à V)

Strombodes helianthoides ?; J. HALL, 1843 : 209, fig. 87, 3, n° 48, fig. 3.
Heliophyllum halli Milne-Edwards et Haime, 1850 : LXIX.
v [1] *Heliophyllum halli*; H. MILNE-EDWARDS et J. HAIME, 1851 : 408, pl. 7, fig. 6, 6a, b.
Heliophyllum halli; J. HALL, 1876, pl. XXIII, fig. 1-5, 12, pl. XXV, fig. 1-7; C. ROMINGER, 1876 : 99, pl. XXXV (tiers supérieur, 4 spécimens); H. A. NICHOLSON, 1878 : 46, fig. A, B; W. HALLER, 1936, pl. 34, fig. 2; J. W. WELLS, 1937 : 9, pl. 1, fig. 1-3?, 4; C. L. FENTON et M. A. FENTON, 1938 : 211, fig. 6, pl. XVII, fig. 1-5, pl. XVIII, fig. 1; S. SMITH, 1945 : 26, pl. 33, fig. 3; E. C. STUMM, 1949, pl. 9, fig. 8-11; M. LECOMPTE, 1952 : 475, fig. 118; T. Y. H. MA, 1956 : 48, pl. XLI, fig. 1, pl. XLII, fig. 1, pl. LVII, fig. 1-9, pl. LVIII, fig. 1-5; E. C. STUMM et J. H. TYLER, 1962 : 268, pl. I, fig. 15-16, pl. II, fig. 7-8?; E. C. STUMM, 1968 : 38, pl. 1, fig. 1, 2, pl. 3, fig. 13; D. HILL, 1981 : F296-F297, fig. 192, 1a-e; C. T. SCRUTTON, 1985, pl. 3.3.53.
e.p. *Heliophyllum halli*; H. W. SHIMER et R. R. SHROCK, 1944 : 97, pl. 31, fig. 8, 9-10?, 11; C. T. SCRUTTON, 1973 : 257, pl. 5, fig. 6-8, pl. 6, fig. 1-6?
? *Heliophyllum halli*; H. MILNE-EDWARDS et J. HAIME, 1853 : 235, pl. LI, fig. 3; W. J. DAVIS, 1887, pl. 77, fig. 1, 2, pl. 92, fig. 2, 3; L. M. LAMBE, 1901 : 148; G. A. STEWART, 1927 : 19, pl. 1, fig. 3; G. A. STEWART, 1938 : 37, pl. 6, fig. 7, 8; E. C. STUMM, 1942, pl. 82, fig. 11; E. C. STUMM, 1964 : 36, pl. 32, fig. 5, 6, 20-23; W. A. OLIVER, 1971 : 196, pl. 3, fig. 1, 7, 9; J. E. SORAUF et W. A. OLIVER, 1976 : 335, fig. 2.
non *Heliophyllum halli*; J. HALL, 1883 : 259, pl. 6, fig. 1; H. F. CLELAND, 1911 : 28, pl. 1, fig. 5; E. B. BRANSON, 1924 : 49, fig. 2, pl. 1, fig. 1; J. W. WELLS, 1943 : 95, pl. 10, fig. 1, 2.
non *Heliophyllum halli*; J. COTTREAU, 1940 : 192, pl. VII, fig. 6, 6a; v D. LE MAÎTRE, 1947 : 31, pl. I, II, III, fig. 1; G. TERMIER et H. TERMIER, 1950 : 100, pl. XLVIII, fig. 1-4, pl. XLIX, fig. 1-8; R. MIROUSE, 1966 : 390, pl. XIII, fig. 1; G. ALTEVOGT, 1967 : 764, pl. II, fig. 5; v D. BRICE, 1970 : 263, pl. XVIII, fig. 6; P. GHODS, 1982 : 72, pl. 6, fig. 1, 2.
non *Heliophyllum halli*, E. D. SOSHKINA, 1952 : 90, pl. XXVII, fig. 94; N. Ia. SPASSKY, 1959 : 35, fig. 13; N. Ia. SPASSKY, 1960 : 54, pl. X, fig. 5; M. M. SMELOVSKAIA, 1963 : 201, pl. XLI, fig. 1, 2, pl. XLII, fig. 1-4; V. A. IVANIA, 1965 : 97, pl. CII, fig. 443-444.

HOLOTYPE : Fig. 87, 3 et n° 48, fig. 3 *in* J. HALL (1843). Spécimen égaré depuis la fin du siècle dernier. York, Comté de Livingstone, État de New York aux USA. Probablement Formation de Ludlowville, Groupe d'Hamilton, partie moyenne du Givétien.

NÉOTYPE (MNHN IP S.11661) : Pl. 7, fig. 6, 6a, b *in* H. MILNE-EDWARDS et J. HAIME (1851) désigné dans le présent travail.

LOCUS TYPICUS : Leicester (anciennement Moscow), Comté de Livingstone, État de New York, USA.

STRATUM TYPICUM: Probablement Formation de Moscow, Groupe d'Hamilton, partie moyenne du Givétien.

MATÉRIEL ET GISEMENTS : 26 polypiers dans lesquels 59 lames minces ont été exécutées. Le nombre et la provenance des spécimens sont indiqués entre parenthèses pour chaque gisement. ÉTAT DE NEW YORK : Moscow aujourd'hui Leicester (5 : néotype, échantillon MNHN IP S.11662 de la collection H. MILNE-EDWARDS et collection PIRET); York (1, collection LE MARCHAND); Calcaire de Centerfield en contrebas de la tranchée du chemin de fer située 4 kilomètres à l'ouest de East Bethany (12, récolte de R. CONIL, 1969). ONTARIO : Formation de Hungry Hollow le long de l'Ausable River à Hungry Hollow, près

1. v (vidimus) = le matériel figuré a été revu par l'auteur; e.p. (ex parte) = la référence s'applique en partie seulement à l'espèce considérée.

d'Arkona (5, récolte de A. N. Mouravieff, 1975) et à la tuilerie de Thedford (3, récolte de P. Bultynck, 1975).

Répartition géographique et stratigraphique : Le matériel décrit dans ce travail provient des Formations de Ludlowville et de Moscow dans l'État de New York ainsi que de la Formation de Hungry Hollow dans l'Ontario. Toutefois, W. A. Oliver et J. E. Sorauf (1983 : 44) signalent que dans l'État de New York, *H. halli halli* apparaît dans le Membre d'Edgecliff, à la base du Calcaire d'Onondaga pour subsister dans tout le Groupe d'Hamilton jusque dans le Calcaire de Tully.

En dehors de l'État de New York et de l'Ontario, *H. halli halli* a été reconnu avec certitude dans la Dolomie de Tenmile Creek de l'Ohio du Nord-Ouest par E. C. Stumm (1968) et dans le Dévonien moyen du Venezuela par C. T. Scrutton (1973). D'après D. R. Sparling (1985 : 1214), la Dolomie de Tenmile Creek date du début de la zone à *Polygnathus varcus* inférieure et est donc contemporaine du Calcaire de Centerfield et de la Formation de Hungry Hollow. Les autres occurrences nord-américaines et en particulier celles des Chutes de l'Ohio devraient être vérifiées par des lames minces, car elles sont basées sur l'aspect externe des polypiers.

Diagnose : *Heliophyllum* possédant habituellement 70 à 78 septes des deux ordres, pour un diamètre variant de 2,7 à 4,3 cm. Septes majeurs et mineurs, longs, quoique de longueur variable, ébauchant parfois une structure axiale. Important dépôt de stéréoplasme au centre du polypier durant les premiers stades de l'ontogenèse.

Description

Néotype (pl. I, 1, 2)

Il s'agit d'un demi-polypier conique d'une hauteur de 3,5 cm, montrant quelques anneaux de croissance ; son calice, profond de 0,7 cm et rempli de sédiment, est entouré d'une étroite plate-forme horizontale.

Section transversale : La paroi est mince et n'est conservée que localement. Les septes uniformément minces sur toute leur longueur sont parfois discontinus près de la paroi, du fait qu'ils y sont tronçonnés ou qu'ils sont totalement interrompus entre deux carènes voisines. Dans l'ensemble, ils portent de nettes carènes opposées dans le dissépimentarium, passant toutefois à l'un ou l'autre petit épaississement allongé à la bordure interne du dissépimentarium ou à l'entrée du tabularium. Ces carènes opposées ont souvent l'aspect de longues barres perpendiculaires aux septes, mais peuvent aussi être arquées vers l'intérieur ou l'extérieur du polypier. On observe en outre quelques petites carènes en zigzag, voire quelques carènes opposées à trois ou quatre branches.

Les septes majeurs laissent un espace vide au centre du tabularium ou atteignent l'axe du polypier. Deux d'entre eux s'y unissent en se recourbant et délimitent de la sorte une pseudo-fossule englobant quatre septes majeurs. Quant aux septes mineurs, ils couvrent tout, presque tout ou la moitié du dissépimentarium; occasionnellement, ils sont tronçonnés dans sa partie interne.

Section longitudinale : Le dissépimentarium comporte jusqu'à treize rangées de petits dissépiments globuleux; disposés en couches horizontales dans sa partie externe et inclinés

dans sa partie interne. Les carènes opposées y sont disposées en demi-éventail et se composent chacune d'une seule trabécule monacanthe. Celles-ci sont relativement fines et ont parfois l'aspect des trabécules atténuées figurées par J. E. SORAUF et W. A. OLIVER (1976, pl. 5, fig. 5). Cependant, on rencontre aussi quelques trabécules plus grossières, se rapprochant de celles également illustrées par ces deux auteurs (pl. 1, fig. 1). Les planchers sont incomplets et s'anastomosent latéralement ; parfois ils sont affectés d'un vague épaississement stéréoplasmique. Toutefois, à la base du polypier, un très net dépôt de stéréoplasme envahit tout le tabularium et la partie interne du dissépimentarium.

Le nombre total de septes est de 36 pour une demi-section transversale, le diamètre du polypier varie de 2,7 à 3 cm et celui du tabularium de 11,5 à 15 mm.

ÉCHANTILLON MNHN IP S.11662 (pl. II, 1, 2) de la collection H. MILNE-EDWARDS

L'aspect externe de ce polypier de même que la section transversale, réalisée en position distale qui montre le stade adulte, sont fort comparables à ceux du néotype (MNHN IP S.11661). Comme seules différences mentionnons :

— l'existence de carènes opposées dans la majeure partie du dissépimentarium, évoluant en carènes noueuses à sa bordure interne qui résultent en fait d'un épaississement très localisé ;

— la longueur plus constante des septes mineurs, couvrant tout ou presque tout le dissépimentarium et rarement tronçonnés à sa bordure interne ;

— l'occurrence de plusieurs pseudo-fossules éventuellement jointives au centre et englobant un septe mineur ou plusieurs septes majeurs ;

— la présence d'une fossule peu marquée, caractérisée par le raccourcissement du septe cardinal.

Par contre, la section transversale, effectuée en position plus proximale et montrant un stade encore relativement jeune du polypier, se différencie de la précédente par :

— des septes nettement dilatés de part et d'autre d'un axe noir médian, dans le tabularium et à la bordure interne du dissépimentarium où apparaît localement une muraille interne ;

— des septes majeurs, parfois tronçonnés à leur entrée dans le tabularium et atteignant systématiquement le centre du polypier ; ils y dessinent une curieuse structure axiale, due à l'union de leurs terminaisons fortement rhopaloïdes, formant à nouveau des pseudo-fossules.

Le nombre total de septes est de 70, le diamètre du polypier varie de 2,8 cm au stade jeune à 3,9 cm au stade adulte et celui du tabularium de 13 à 15 mm.

ÉCHANTILLON MNHN IP S.11663 (anciennement Z79a) de la collection H. MILNE-EDWARDS

Il s'agit du polypier signalé par D. HILL (1981 : F296) et provenant des Chutes de l'Ohio situées à la limite des États de l'Indiana et du Kentucky, aux USA. Étant donné que cet échantillon est très fragmentaire et mal conservé, il s'avère impossible d'y faire des lames

minces. Il est caractérisé par un profond calice d'une hauteur de 2,1 à 2,2 cm, bordé d'une plate-forme horizontale. De nombreuses et fortes carènes opposées affectent les septes dans le dissépimentarium. Les septes mineurs sont limités à ce dernier. Les septes majeurs se prolongent au fond du calice, jusqu'au voisinage de l'axe du polypier où ils subissent une faible déviation latérale.

Le nombre total de septes est de 72, le diamètre du polypier de 5,2 cm et celui du tabularium de 2,5 cm.

Comme ces observations se limitent à l'aspect externe du spécimen en section transversale, il n'est pas possible de l'attribuer avec certitude à la sous-espèce *H. halli halli* d'autant plus que son grand diamètre et son large tabularium semblent l'en exclure à première vue.

MATÉRIEL DE L'ÉTAT DE NEW YORK (pl. I, 3, 4 ; II, 3, 4 ; III ; IV, 1, 2 ; V, 1)

Ce sont des polypiers coniques, trochoïdes, cératoïdes ou cylindriques dont la hauteur varie de 2 à 8 cm ; dans l'ensemble, les échantillons de East Bethany ont un développement vertical, plus important que ceux de York et de Leicester. On observe souvent un calice plus ou moins profondément excavé et rempli de sédiment, entouré d'une plate-forme horizontale. Sur celle-ci, l'un des spécimens de East Bethany montre deux petits bourgeons. Tout ce matériel de l'État de New York se prête particulièrement bien à l'étude de l'ontogenèse de la sous-espèce.

La paroi, quoique mince, est bien conservée dans certains échantillons.

Les *sections transversales*, réalisées près de la pointe du polypier (pl. II, 3) montrent des septes minces dans la majeure partie du dissépimentarium où ils sont affectés de nettes carènes opposées qui sont droites ou arquées vers l'intérieur ou l'extérieur du polypier. Par contre, ils sont typiquement dilatés de part et d'autre d'un axe noir médian, à la bordure interne du dissépimentarium et dans le tabularium. Les septes majeurs se prolongent jusqu'au centre du polypier ou l'atteignent presque ; parfois ils s'y unissent en délimitant de larges pseudo-fossules. Les septes mineurs couvrent tout ou presque tout le dissépimentarium.

Dans les sections transversales, effectuées un peu plus haut dans le polypier que les précédentes (pl. III, 4), l'aspect devient comparable à celui de la section proximale de l'échantillon MNHN IP S.11662. L'épaississement des septes dans le tabularium est déjà moins marqué et leurs terminaisons axiales rhopaloïdes s'unissent éventuellement en formant plusieurs pseudo-fosules. Parfois aussi, l'axe noir médian se ramifie en quelques carènes ou bien une muraille interne apparaît localement à la bordure interne du dissépimentarium.

A un niveau encore plus élevé dans le polypier (pl. IV, 1), la dilatation des septes s'estompe progressivement dans le tabularium. Ce phénomène peut affecter d'abord deux quadrants voisins, comme c'est le cas dans un spécimen de East Bethany. Mais plus souvent, les septes, quoique minces dans l'ensemble, sont renforcés localement de stéréoplasme à la bordure interne du dissépimentarium, à l'entrée du tabularium ou à leurs terminaisons axiales. En même temps, on observe une réduction de la longueur des septes majeurs, qui se traduit d'abord par leur tronçonnement dans le tabularium ; ensuite, on note un large espace vide au centre du polypier où fusionnent assez souvent des tronçons de septes épaissis, parfois entourés d'un anneau presque continu de stéréoplasme. Ainsi, dans un des spécimens figurés (pl. I, 3), cet anneau, qui part de la terminaison axiale d'un des septes, entoure des fragments d'autres septes très dilatés et à axe noir médian, fusionnant de façon irrégulière. Dans un autre polypier (pl. IV, 1), cette structure axiale est plus simple du fait du moindre développement de l'anneau

de stéréoplasme et de l'occurrence au centre d'une courte lame axiale où s'embranchent quelques lamelles radiaires. C'est à ce stade aussi qu'apparaît occasionnellement une fossule cardinale, peu marquée (pl. I, 3).

Finalement, on arrive au stade adulte caractérisé, en section transversale, par des septes uniformément minces ou éventuellement peu dilatés sur toute leur longueur. Ils portent bien sûr de nombreuses carènes opposées dans le dissépimentarium évoluant en carènes noueuses à sa bordure interne. A cet endroit, ils présentent parfois une vague dilatation en fuseau. Ils sont rarement tronçonnés à la périphérie. Les carènes opposées ont l'aspect de longues barres perpendiculaires aux septes, mais peuvent aussi être arquées vers l'intérieur ou l'extérieur du polypier. Très localement et dans certains spécimens seulement, il existe aussi des carènes en zigzag ou des carènes opposées, plus petites et irrégulières, se ramifiant éventuellement en trois ou quatre branches. Les septes majeurs atteignent parfois l'axe du polypier; mais, plus souvent, ils laissent un large espace vide au centre du tabularium, voire pénètrent à peine dans ce dernier. Ils y sont fréquemment plus ou moins tronçonnés, notamment au centre où apparaît occasionnellement une ébauche de structure axiale, due à l'union de quelques lamelles radiaires. Une fossule ouverte (pl. III, 2) ou fermée (pl. I, 4) et caractérisée par le raccourcissement du septe cardinal a été notée dans quelques sections transversales.

En *coupe longitudinale*, l'évolution au cours de la croissance est tout à fait comparable à celle notée dans le néotype (MNHN IP S.11661). Les planchers incomplets, s'anastomosant latéralement et de ce fait souvent vésiculeux, avec éventuellement une allure d'ensemble convexe, peuvent être masqués entièrement par du stéréoplasme à la pointe du polypier. Ce dépôt y affecte aussi fréquemment la bordure interne du dissépimentarium et les tronçons de septes qui recoupent le tabularium. Le dissépimentarium, qui ne compte que 2 à 6 rangées au stade jeune, en comporte 9 à 15, voire parfois 22 à 24 au stade adulte. Ce sont bien sûr de petits dissépiments globuleux, disposés en couches horizontales à la périphérie, puis inclinés vers le centre du polypier. Les carènes opposées y sont disposées en demi-éventail et se composent chacune d'une seule trabécule monacanthe. Parmi celles-ci, le type atténué, défini par J. E. Sorauf et W. A. Oliver (1976, pl. 5, fig. 5), prédomine largement. Dans certains spécimens, cependant, on rencontre aussi ou exclusivement des trabécules grossières également figurées par ces deux auteurs (pl. 1, fig. 1). Entre les carènes, les septes apparaissent occasionnellement sous forme de plages sombres à microstructure fibreuse.

On compte globalement 56 à 80, mais plus souvent 62 à 78 septes, un spécimen adulte ne possédant que 64 septes majeurs et mineurs. Au stade adulte, le diamètre du polypier varie de 3 à 4,2 cm et plus généralement de 2,7 à 4,9 cm; au stade jeune, il n'atteint que 1,8 à 2,5 cm. Quant au diamètre du tabularium nettement plus constant, il mesure entre 10 et 18 mm, les valeurs comprises entre 11 et 14 mm étant les plus fréquentes.

Matériel de l'Ontario (pl. IV, 3; V, 2, 3)

Pour ce matériel, étudié surtout au stade adulte, je me contenterai de signaler quelques particularités comparativement à celui de l'État de New York. Certains spécimens de l'Ontario sont en effet remarquables par de fines stries de croissance participant à une zonation plus grossière, éventuellement lenticulaire. Au stade adulte, les septes majeurs laissent souvent au centre du polypier un espace vide plus ou moins important, occupé éventuellement par des tronçons de septes; ceux-ci peuvent y fusionner pour former une structure axiale très simple,

ou plus complexe s'ils s'enchevêtrent de façon irrégulière, et portent des carènes épineuses (pl. V, 2). Parfois aussi, les septes majeurs s'unissent en se recourbant et délimitent des pseudo-fossules. Dans plusieurs spécimens, enfin, on reconnaît une fossule ouverte, caractérisée par le raccourcissement du septe cardinal (pl. IV, 3). Les planchers incomplets à vésiculeux et recoupés de nombreux tronçons de septes montrent plus fréquemment une tendance à la surélévation axiale, voire une partie axiale plano-convexe.

Quant aux données quantitatives, elles sont très proches de celles de l'État de New York. En effet, on compte 68 à 78 septes, mais plus généralement 62 à 82; un spécimen adulte n'en possède que 64. Le diamètre du polypier varie de 2,8 à 4,3 cm, mais peut être réduit à 2,1 cm au stade jeune. Le diamètre du tabularium mesure entre 10 et 19 mm, les valeurs comprises entre 11 et 16 mm étant les plus fréquentes.

Variabilité

Le néotype (MNHN IP S.11661), quoique représenté par un polypier conique, peu développé en hauteur et en diamètre, montre d'une façon moyenne toutes les caractéristiques de la sous-espèce. Couplé avec l'échantillon MNHN IP S.11662 de la collection H. Milne-Edwards, il permet d'entrevoir sa variabilité. Celle-ci porte surtout sur la longueur des septes majeurs et mineurs. En effet, les premiers atteignent parfois l'axe du polypier; souvent, cependant, ils laissent un espace vide, plus ou moins important au centre et éventuellement occupé par des tronçons de septes qui peuvent y fusionner et ébaucher une structure axiale; celle-ci peut aussi résulter de la formation de pseudo-fossules. Les septes mineurs couvrent tout le dissépimentarium, mais sont occasionnellement plus courts.

Cette variabilité quasi légendaire de la sous-espèce avait déjà été mise en évidence par J. W. Wells (1937) à partir de l'étude de l'aspect externe du polypier et de son bourgeonnement. Cet auteur avait dès lors mis en synonymie avec *H. halli halli* toutes les autres espèces d'*Heliophyllum* de l'État de New York introduites par J. Hall (1876) sans toutefois les illustrer en lames minces. Il convient cependant de remarquer que certaines sections transversales de *H.halli halli* données par J. W. Wells (1937, pl. I, fig. 1-3) montrent vraiment très peu de carènes opposées. Celles-ci sont au contraire parfaitement reconnaissables sur les figures de C. L. Fenton et M. A. Fenton (1938) qui avaient déjà discuté de l'ontogenèse de la sous-espèce en coupe transversale.

Ces carènes opposées, si caractéristiques de *H. halli halli*, témoignent d'une remarquable constance dans le matériel étudié, appartenant pratiquement toutes au type I défini par J. E. Sorauf et W. A. Oliver (1976). En section transversale, cependant, on rencontre très localement et dans certains spécimens seulement quelques carènes opposées, plus petites et irrégulières, se ramifiant éventuellement en trois ou quatre branches; celles-ci évoquent le type II de ces deux auteurs, mais restent très subordonnées aux carènes droites et arquées, caractéristiques du type I. Par contre, je n'ai jamais observé en section longitudinale les trabécules composées d'éléments se ramifiant ou subparallèles qui caractérisent les types II et III de J. E. Sorauf et W. A. Oliver (1976). Toutes les carènes opposées que j'ai étudiées se composent chacune, comme dans le type I de ces deux auteurs, d'une seule trabécule monacanthe. Celles-ci sont souvent fines et parfois grossières; les deux aspects coexistent occasionnellement dans la même section, mais ce phénomène avait déjà été signalé par W. A. Oliver (1976 : 116).

Le fait que les monacanthes grossières soient moins courantes que les fines est conforme aux observations de J. E. SORAUF et W. A. OLIVER (1976); d'après eux, en effet, les premières se rencontrent surtout à la base du Calcaire d'Onondaga tandis que les secondes caractérisent plutôt des couches plus jeunes comme la Formation de Hungry Hollow à la tuilerie de Thedford dans l'Ontario. D'un point de vue stratigraphique, ces deux auteurs signalent également que les carènes opposées de type I sont prépondérantes chez les polypiers solitaires du Calcaire de Centerfield et du membre de Kashong de la Formation de Moscow tandis que les types II et III prédominent dans d'autres membres de la Formation de Ludlowville. Personnellement, j'aurais tendance à exclure de *H. halli halli* toutes les formes possédant des carènes de type II ou III, car elles me paraissent beaucoup trop éloignées du néotype (MNHN IP S.11661) par la morphologie et la microstructure de leurs carènes.

DISCUSSION DE LA SYNONYMIE

Dans l'ensemble, les *H. halli halli* de l'Amérique du Nord décrits et illustrés dans la littérature correspondent parfaitement au néotype (MNHN IP S.11661). Toutefois, les spécimens du Calcaire de Columbus dans l'Ohio et du Calcaire de Famine au Québec, étudiés respectivement par G. A. STEWART (1938) et W. A. OLIVER (1971), possèdent davantage de septes. En outre, le polypier figuré par J. E. SORAUF et W. A. OLIVER (1976, fig. 2) et récolté dans le membre d'Edgecliff, à la base du Calcaire d'Onondaga de l'État de New York a un diamètre plus large.

En dehors de l'Amérique du Nord, la sous-espèce a manifestement été reconnue dans le Dévonien moyen du Venezuela par C. T. SCRUTTON (1973, pl. 5, fig. 6-8), mais pas par J. W. WELLS (1943) qui lui attribue un polypier absolument dépourvu de carènes.

Par contre, toutes les occurrences de *H. halli halli* signalées dans l'Ancien Monde s'avèrent douteuses. Ainsi les échantillons russes diffèrent de la sous-espèce par leurs données quantitatives et souvent aussi par des septes dilatés dans le dissépimentarium. Il en est de même pour les polypiers de l'Iran étudiés par P. GHODS (1982) et dans une moindre mesure pour ceux des Asturies en Espagne et des Pyrénées en France décrits respectivement par G. ALTEVOGT (1967) et R. MIROUSE (1966) qui se distinguent principalement par des carènes opposées peu marquées. Quant aux spécimens du Dévonien moyen de Mauritanie et du Givétien d'Afghanistan figurés par J. COTTREAU (1940) et D. BRICE (1970), ils se rappochent, par les dimensions de leurs polypiers et le nombre de leurs septes, du matériel marocain attribué dans ce travail à *H. halli moghrabiense*.

AFFINITÉS

Comme l'avait déjà constaté J. W. WELLS (1937), plusieurs espèces d'*Heliophyllum* introduites par J. HALL (1876) sont probablement synonymes de *H. halli halli*. Cela semble être le cas pour *H. arachne* Hall, 1876, *H. irregulare* Hall, 1876, et *H. reflexum* Hall, 1876, de la Formation de Moscow de l'État de New York tels qu'ils sont figurés par C. L. FENTON et M. A. FENTON (1938). Par contre, *H. degener* Hall, 1876, et *H. obconicum* Hall, 1876, récoltés par ces deux auteurs dans la même unité lithostratigraphique, s'en différencient légèrement par

leurs données quantitatives. Il serait d'ailleurs intéressant de revoir tout le matériel de J. HALL (1876) et de désigner clairement des lectotypes. *H. obconicum teres* et *H. decorosum*, taxons fondés par C. L. FENTON et M. A. FENTON (1938) dans la Formation de Moscow de la même région sont à nouveau très semblables à *H. halli halli* quoique le second possède des carènes opposées peu nombreuses. Il paraît également difficile de distinguer de *H.halli halli H. halli potterense* Stumm et Tyler, 1962, de la Formation de Potter Farm du Groupe de Traverse dans le Michigan, et *H. rhopaliseptatum* Stumm, 1968, de la Dolomie de Tenmile Creek dans l'Ohio.

D'autres espèces d'*Heliophyllum* sont manifestement très proches de *H. halli halli*, mais en diffèrent par l'un ou l'autre caractère. Telles sont :

— *H. elongatum* Stumm et Tyler, 1962, de la Formation de Four Mile Dam du Groupe de Traverse dans le Michigan, qui possède des carènes opposées particulièrement serrées ;

— *H. verticale* Hall, 1882, du Calcaire de Jeffersonville à la limite des États de l'Indiana et du Kentucky, qui a été figurée par E. C. STUMM (1964) et qui s'en différencie surtout par des septes plus nombreux ;

— *H. megaproliferum* Oliver, 1976, du Membre d'Edgecliff de l'État de New York et de l'Ontario, qui a un habitus fasciculé et dès lors un peu moins de septes.

Heliophyllum halli moghrabiense Le Maître, 1947
(Pl. VI)

v *Heliophyllum moghrabiense* Le Maître, 1947 : 35, pl. III, fig. 2, 3.
v *Heliophyllum halli* Milne-Edwards et Haime, 1850 ; D. LE MAÎTRE, 1947 : 31, pl. I, II, III, fig. 1.
? *Heliophyllum moghrabiense* ; G. TERMIER et H. TERMIER, 1950 : 100.
v *Heliophyllum halli* ; D. BRICE, 1970 : 263, pl. XVIII, fig. 6.

LECTOTYPE : Pl. III, fig. 2, 3 *in* D. LE MAÎTRE (1947) désigné dans le présent travail. Spécimen n° 7 de la collection D. LE MAÎTRE conservé à la Faculté Libre des Sciences à Lille en France.

LOCUS TYPICUS : Butte calcaire située à l'est de la voie ferrée à la cote 225, à Mechra ben Abbou (coordonnées 277 × 230,8), Meseta marocaine.

STRATUM TYPICUM : Calcaire à Calcéoles de l'Eifélien.

MATÉRIEL ET GISEMENTS : 6 polypiers dans lesquels 11 lames minces ont été exécutées. Le nombre et la provenance des spécimens sont indiqués entre parenthèses pour chaque gisement. Ma'der : Sommet de l'Eifélien à Ouahlane (4, récoltes de P. BULTYNCK, 1975, et de M. COEN-AUBERT, 1984) et à Madène el Mrakib (1, récolte de P. SARTENAER, 1984) ; Givétien de Ou Driss Est (1, récolte de P. BULTYNCK, 1975). 6 autres polypiers, à savoir le lectotype ainsi que des *Heliophyllum halli* figurés par D. LE MAÎTRE (1947) et provenant du sommet de l'Eifélien à Ouahlane, ont également été examinés.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE : Le matériel étudié dans ce travail provient du sommet de l'Eifélien et accessoirement du Givétien du Ma'der au Maroc. D. LE MAÎTRE (1947) a également trouvé la sous-espèce dans l'Eifélien à Calcéoles de la Meseta marocaine.

En dehors du Maroc, *H. halli moghrabiense* a été reconnue dans le Givétien d'Afghanistan.

DIAGNOSE : Sous-espèce d'*Heliophyllum halli* possédant habituellement 80 à 86 septes de deux ordres pour un diamètre variant de 3,5 à 5 cm.

Description

La description de cette sous-espèce est basée sur l'étude de mon matériel et de celui de D. Le Maître (1947).

Ce sont des polypiers coniques, cératoïdes ou cylindriques dont la hauteur varie de 6 à 13,5 cm. L'échantillon d'Ou Driss Est montre un calice excavé, entouré d'une étroite plate-forme horizontale, tandis qu'un spécimen de D. Le Maître (1947) possède plusieurs bourgeons péricalicinaux.

La paroi est mince et n'est que rarement conservée.

Section transversale : Les septes sont habituellement minces sur toute leur longueur. Ils portent de nombreuses carènes opposées dans le dissépimentarium, évoluant en carènes noueuses à sa bordure interne. Dans certains polypiers, ils subissent localement une vague dilatation à cet endroit ou à leur entrée dans le tabularium; parfois aussi, les dissépiments internes sont affectés d'un faible dépôt de stéréoplasme. Les carènes opposées ont souvent l'aspect de longues barres perpendiculaires aux septes. Occasionnellement, elles sont arquées vers l'intérieur ou l'extérieur du polypier et, plus rarement encore, on observe des carènes en zigzag ou opposées à trois ou quatre branches.

Dans des sections plus proximales, les septes se dilatent à la bordure interne du dissépimentarium ou dans le tabularium; parallèlement, on note l'apparition locale de stéréoplasme entre eux, en ces deux points. Finalement, ce dépôt envahit tout le tabularium où les septes accolés présentent dès lors un axe noir médian.

Les septes majeurs peuvent laisser au centre un espace vide, plus ou moins important, où l'on observe des tronçons de septes éventuellement enroulés. Ou bien, ils atteignent l'axe du polypier et parfois s'y unissent pour former des pseudo-fossules. Ainsi, il y en a plusieurs éventuellement accolées dans le spécimen figuré (pl. VI, 1) où elles sont délimitées par le recourbement des septes et englobent généralement plusieurs septes majeurs; de plus, des fragments de septes ou des septes plus longs relient au centre ces pseudo-fossules entre elles. Les septes mineurs couvrent tout ou presque tout le dissépimentarium; parfois ils sont limités à la moitié de ce dernier ou tronçonnés à leurs terminaisons internes.

Section longitudinale : Le dissépimentarium comporte habituellement 13 à 16 et éventuellement 23 rangées de dissépiments globuleux, disposés en couches horizontales dans sa partie externe et inclinés vers l'axe du polypier dans sa partie interne. Les carènes opposées y sont disposées en demi-éventail et se composent chacune d'une seule trabécule monacanthe. Celles-ci sont fines ou grossières suivant les spécimens, les deux aspects pouvant coexister dans certaines sections. Entre les carènes, les septes apparaissent occasionnellement sous forme de plages sombres à microstructure fibreuse. Les planchers incomplets et s'anastomosant latéralement sont fréquemment recoupés de septes; leur partie axiale a souvent une allure plano-convexe, voire parfois horizontale, concave ou en pointe. Très localement et dans certains spécimens seulement, un faible dépôt de stéréoplasme affecte les planchers ou la bordure interne du dissépimentarium. Toutefois, en position proximale, le tabularium est presque entièrement masqué par du stéréoplasme.

Le nombre total de septes varie de 70 à 92, le diamètre du polypier de 2,3 à 5,1 cm, mais peut être réduit à 1,9 cm dans certains stades jeunes. Le diamètre du tabularium mesure entre 7 et 21 mm, les valeurs comprises entre 10 et 19 mm étant les plus fréquentes.

Affinités

Qualitativement, *H. halli moghrabiense* est tout à fait comparable à *H. halli halli* tant au stade adulte qu'au stade jeune; quantitativement, il s'en distingue systématiquement par des polypiers un peu plus larges et par des septes plus nombreux. Ce matériel avait été attribué par D. Le Maître (1947) à *H. moghrabiense* et à *H. halli*. Cependant, cet auteur avait déjà signalé que la première espèce est très proche de la seconde et les avait d'ailleurs trouvées associées dans le même gisement à Mechra ben Abbou, dans la Meseta marocaine.

Par l'ensemble de ces caractères, l'unique spécimen du Givétien de l'Afghanistan décrit par D. Brice (1971) peut raisonnablement être assigné à *H. halli moghrabiense*. Par contre, le troisième taxon d'*Heliophyllum* inventorié par D. Le Maître (1947) dans l'Eifélien du Maroc, à savoir *H. halli nodulosa* Le Maître, 1947, doit être exclu du genre à cause de l'absence de carènes opposées qui sont remplacées par quelques nodules épaissis; cette sous-espèce diffère en outre de *H. halli moghrabiense* par des polypiers plus étroits, possédant davantage de septes.

Par ailleurs, *H. dahlemense* (Haller, 1936) de l'Eifélien supérieur d'Allemagne figuré par R. Birenheide (1978, fig. 43) présente certaines affinités avec *H. halli moghrabiense*, mais s'en différencie par des carènes opposées, plus étroites et aussi par des septes majeurs, restant dilatés dans le tabularium, même au stade adulte.

Remerciements

M. P. Semenoff-Tian-Chansky (Muséum national d'Histoire naturelle, Paris) m'a encouragée à entreprendre cette révision et a bien voulu relire le manuscrit. M. P. Sartenaer (Institut des Sciences naturelles, Bruxelles) a toujours soutenu mes recherches avec beaucoup de sympathie. Celui-ci ainsi que M[lle] D. Brice (Faculté Libre des Sciences, Lille), MM. R. Conil, A. N. Mouravieff et F. Tourneur (Laboratoire de Paléontologie, Louvain-la-Neuve) m'ont prêté ou donné du matériel. M. W. A. Oliver (U.S. Geol. Survey, Washington, USA) m'a fourni des renseignements sur l'affleurement de East Bethany. MM. G. Hermans (Laboratoire de Paléontologie, Louvain-la-Neuve) et R. Cremers (Institut des Sciences naturelles, Bruxelles) ont confectionné les lames minces tandis que M. G. Van der Veken (Institut des Sciences naturelles, Bruxelles) a imprimé les photos.

Que toutes ces personnes veuillent trouver ici le témoignage de ma vive gratitude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Altevogt, G., 1967. — Devonian Tetracorals from Spain and their relation to North American species. *Int. Symp. Dev. System, Calgary*, **2** : 755-769, 2 pl.

Birenheide, R., 1978. — Rugose Korallen des Devon. *In* : Leitfossilien begründet von G. Gürich (K. Krömmelbein, ed.), Berlin-Stuttgart, **2** : 265 p., 21 pl.

Branson, E. B., 1924. — The Devonian of Missouri. *Missouri Bur. Geol Mines*, 2d ser., **17** : 1-129, 31 pl.

Brice, D., 1970. — Étude paléontologique et stratigraphique du Dévonien de l'Afghanistan. Contribution à la connaissance des Brachiopodes et des Polypiers Rugueux. *Notes Mém. Moyen-Orient*, **11** : 364 p., 20 pl.

Bultynck, P., 1985. — Lower Devonian (Emsian) — Middle Devonian (Eifelian and lowermost Givetian) conodont successions from the Ma'der and the Tafilalt, southern Morocco. *Cour. Forsch.-Inst. Senck.*, **75** : 261-286, 8 pl.

Cleland, H. F., 1911. — The fossils and stratigraphy of the Middle Devonian of Wisconsin. *Bull. Wis. geol. nat. Hist. Surv.*, **21** : 222 p., 53 pl.

Cottreau, J., 1940. — Coralliaires, Brachiopodes et Crinoïdes mésodévoniens du Sahara mauritanien et occidental. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5ᵉ série, **10** : 187-200, pl. VII.

Dana, J. D., 1846. — Genera of Fossil Corals of the family Cyathophyllidae. *Am. J. Sci.*, 2d ser., **1** : 178-189.

Davis, W. J., 1887. — Kentucky fossil Corals, a monograph of the fossil Corals of the Silurian and Devonian rocks of Kentucky, pt. 2. *Ky geol. Surv.*, Frankfort : xiii p., 139 pl.

Fenton, C. L., et M. A. Fenton, 1938. — *Heliophyllum* and « *Cystiphyllum* » Corals of Hall's « Illustrations of Devonian Corals ». *Ann. Carneg. Mus.*, **27** : 207-250, pl. XVII-XXIV.

Ghods, P., 1982. — Rugose Korallen des Givetium und Frasnium im Elburg-Gebirge (Nord-Iran). Diss. zur Erlangung des Doktorgrades Naturwiss. im Fachbereich Geowiss. Univ. Hamburg : 172 p., 11 pl.

Hall, J., 1843. — Geology of New York. Part IV comprising the survey of the fourth geological district. Albany : 683 p.

— 1876. — Illustrations of Devonian fossils : Gastropoda, Pteropoda, Cephalopoda, Crustacea and Corals of the Upper Helderberg, Hamilton and Chemung Groups. *Geol. Surv. State New York, Pal.* : 39 pl.

— 1883. — Paleontology, Van Cleve's fossil Corals. *Indiana Dep. geol. nat. Hist.*, 12th Ann. Rept., 1882 : 239-375, pl. 1-32.

Haller, W., 1936. — Einige biostratigraphische Untersuchungen in der Rohrer Mulde unter besonderer Berücksichtigung der Keriophyllen. *Jb. preuss. geol. Landesanst. Berg Akad.*, **56** : 590-632, pl. 32-43.

Hill, D., 1981. — Part F, Coelenterata, Supplement 1, Rugosa and Tabulata, 2 vols., Treatise on Invertebrate Paleontology edited by C. Teichert : 762 p.

Hollard, H., 1974. — Recherches sur la stratigraphie des Formations du Dévonien moyen, de l'Emsien supérieur au Frasnien, dans le sud du Tafilalt et dans le Ma'der (Anti-Atlas oriental). *Notes Mém. Serv. Mines Carte géol. Maroc*, **36** (264) : 7-68.

— 1981. — Tableaux de corrélations du Silurien et du Dévonien de l'Anti-Atlas. *Notes Mém. Serv. Mines Carte géol. Maroc*, **42** (308) : 23, 5 tabl.

Ivania, V. A., 1965. — Devonskie korally Saiano-Altaïskoï gornoï oblasti. Izd. Tomsk Ouniv., Tomsk : 398 p., 103 pl.

Ivanovsky, A. B., 1976. — Oukazatel rodov Rougoz. *Trudy Inst. Geol. Geofiz. sib. Otd.*, **217** : 255 p, 26 pl.

Lambe, L. M., 1901. — A revision of the genera and species of Canadian Palaeozoic Corals. *Contr. Can. Palaeont.*, **4** (II) ; 97-197, pl. VI-XVIII.

Lecompte, M., 1952. — Madréporaires paléozoïques. *In* : J. Piveteau, Traité de Paléontologie, **1** : 419-538.

Le Maître, D., 1947.— Contribution à l'étude du Dévonien du Tafilalet. II. Le récif coralligène de Ouihalane. *Notes Mém. Serv. Mines Carte géol. Maroc*, **67** : 112 p., 24 pl.

Ma, T. Y. H., 1956. — A reinvestigation of climate and the relative positions of continents during the Devonian. *Res. past Clim. contin. Drift, Taipei*, **9** : 116 p., 70 pl.

Milne-Edwards, H., et J. Haime, 1850. — A Monograph of the British Fossil Corals. Part 1, Introduction. *Palaeontogr. Soc.* : I-LXXXV.

Milne-Edwards, H., et J. Haime, 1851. — Monographie des Polypiers fossiles des terrains paléozoïques. *Archs Mus. Hist. nat.*, Paris, **5** : 1-502, pl. I-XX.

Milne-Edwards, H., et J. Haime, 1853. — A Monograph of the British Fossil Corals. Part 4, Corals from the Devonian Formation. *Palaeontogr. Soc.* : 211-244, pl. XLVII-LVI.

MIROUSE, R., 1966. — Recherches géologiques dans la partie occidentale de la zone primaire axiale des Pyrénées. *Mém. Serv. Carte géol. dét. Fr.* : 451 p., 18 pl.

NICHOLSON, H. A., 1878. — On the minute structure of the Corals of the genera *Heliophyllum* and *Crepidophyllum*. *Ann. Mag. nat. Hist.*, 5th ser., **1** : 44-54.

OLIVER, W. A., 1971. — The coral fauna and age of the Famine Limestone in Quebec. *Smithson. Contr. Paleobiol.*, **3** : 193-201, 3 pl.

— 1976. — Noncystimorph colonial Rugose Corals of the Onesquethaw and Lower Cazenovia Stages (Lower and Middle Devonian) in New York and adjacent areas. *Prof. pap. U.S. geol. Surv.*, **869** : 156 p., 108 pl.

OLIVER, W. A., et G. KLAPPER, 1981. — Devonian biostratigraphy of New York. Subcommission on Devonian Stratigraphy, July 1981, Washington, **1** : 106 p.

OLIVER, W. A., et J. E. SORAUF, 1983. — The Devonian Rugose Corals of New York. *In* : J. E. SORAUF et W. A. OLIVER (eds.), Silurian and Devonian Corals and Stromatoporoids of New York. Fourth International Symposium on Fossil Cnidaria, August 1983, Washington : 35-51.

ROMINGER, C., 1876. — Palaeontology. Fossil Corals. *Geol. Surv. Michigan*, **3** (2) : 161 p., 55 pl.

SCRUTTON, C. T., 1973. — Palaeozoic Coral faunas from Venezuela, II. Devonian and Carboniferous Corals from the Sierra de Perija. *Bull. Br. Mus. nat. Hist.* (*Geol.*), **23** (4) : 223-281, 10 pl.

— 1985. — Subclass Rugosa. *In* : J. W. MURRAY (ed.), Atlas of Invertebrate Macrofossils. Longman and the Palaeontological Association, London : 13-31.

SHIMER, H. W., et R. R. SHROCK, 1944. — Index fossils of North America. New York, John Wiley and Sons : 837 p., 303 pl.

SMELOVSKAIA, M. M., 1963. — Rougozy srednego i verkhnego devona. *In* : A. A. BOGDANOV (ed.), Stratigrafiia i faouna paleozoïskikh otlojeniï khrebta Tarbagataï (Ordovik, Silour, Devon, Nijniï Karbon). Moscou : 195-208, pl. XL-XLIV.

SMITH, S., 1945. — Upper Devonian Corals of the Mackenzie River region, Canada. *Spec. Pap. geol. Soc. Am.*, **59** : 126 p., 35 pl.

SORAUF, J. E, et W. A. OLIVER, 1976. — Septal carinae and microstructure in Middle Devonian *Heliophyllum* (Rugosa) from New York State. *J. Paleont.*, **50** (2) : 331-343, 5 pl.

SORAUF, J. E., et W. A. OLIVER, 1983. — Silurian and Devonian Corals and Stromatoporoids of New York. Fourth International Symposium on Fossil Cnidaria, August 1983, Washington : 180 p.

SOSHKINA, E. D., 1952. — Opredelitel devonskikh tchetyrekhloutchevykh korallov. *Trudy Paleont. Inst.*, **39** : 127 p., 49 pl.

SPARLING, D. R., 1985. — Correlation of the subsurface Lower and Middle Devonian of the Lake Erie region : Alternative interpretation. *Bull. geol. Soc. Am.*, **96** : 1213-1218.

SPASSKY, N. Ia., 1959. — Korally Rugosa v nijnem i srednem Devone Ourala. *Zap. leningr. gorn. Inst. Geol.*, **36** (2) : 15-47.

— 1960. — Devonskie tchetyrekhloutchevye korally roudnogo Altaia. *Paleont. obosnov. Stratigr. Paleoz. rud. Altaya*, **3** : 143 p., 35 pl.

STEWART, G. A., 1927. — Fauna of the Silica Shale of Lucas County. *Bull. geol. Surv. Ohio*, 4th ser., **32** : 76 p., 5 pl.

— 1938. — Middle Devonian Corals of Ohio. *Spec. Pap. geol. Soc. Am.*, **8** : 120 p., 20 pl.

STUMM, E. C., 1942. — Fauna and stratigraphic relations of the Prout Limestone and Plum Brook Shale of Northern Ohio. *J. Paleont.*, **16**: 549-563, pl. LXXX-LXXXIV.

— 1949. — Revision of the families and genera of the Devonian Tetracorals. *Mem. geol. Soc. Am.*, **30** : 92 p., 25 pl.

— 1964. — Silurian and Devonian Corals of the Falls of the Ohio. *Mem. geol. Soc. Am.*, **93** : 184 p., 80 pl.

— 1968. — The Corals of the Middle Devonian Tenmile Creek Dolomite of Northwestern Ohio. *Contr. Mus. Paleont. Univ. Mich.*, **22** (3) : 37-44, 3 pl.

STUMM, E. C., et J. H. TYLER, 1962. — Corals of the Traverse Group of Michigan. Part IX, *Heliophyllum*. *Contr. Mus. Paleont. Univ. Mich.*, **17** (12) : 265-276, 3 pl.

TELFORD, P. G., 1975. — Ordovician to Devonian stratigraphy and Conodont biostratigraphy of Southern Ontario. Field Trip n[os] 4 and 5, Waterloo'75, Geol. Assoc. Can., Min. Assoc. Can., Geol. Soc. Am. : 119-160.

TERMIER, G., et H. TERMIER, 1950. — Paléontologie marocaine, II Invertébrés de l'ère primaire, fasc. I : Foraminifères, Spongiaires et Coelentérés. *Notes Mém. Serv. Mines Carte géol. Maroc*, **73** : 220 p., 51 pl.

UYENO, T. T., P. G. TELFORD et B. V. SANFORD, 1982. — Devonian Conodonts and stratigraphy of Southwestern Ontario. *Bull. geol. Surv. Can.*, **332** : 1-55, 5 pl.

WELLS, J. W., 1937. — Individual variation in the Rugose Coral species *Heliophyllum halli* E. & H. *Palaeontogr. Am.*, **2** (6) : 1-22, 1 pl.

— 1943. — Anthozoa. *In* : R. A. LIDDLE, G. D. HARRIS et J. W. WELLS, The Rio Cachiri section in the Sierra de Perija, Venezuela. *Bull. Am. Paleont.*, **27** (108) : 95-100, pl. 10.

Dans les planches I à VI, tous les spécimens sont représentés au grossissement × 3.

Les échantillons figurés dont le numéro est précédé de MNHN IP *proviennent de la collection H. MILNE-EDWARDS conservée à l'Institut de Paléontologie, Muséum national d'Histoire naturelle à Paris ; ceux dont le numéro est précédé de* I.R.Sc.N.B. *sont déposés dans les collections de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles.*

PLANCHE I

Heliophyllum halli halli Milne-Edwards et Haime, 1850.

1-2. — MNHN IP S.11661, néotype. Leicester (Moscow), État de New York. Ces sections longitudinale et transversale ont été effectuées dans le spécimen figuré pl. 7, fig. 6a de H. MILNE-EDWARDS et J. HAIME (1851).

3. — I.R.Ss.N.B. n° a2655. East Bethany 17, État de New York. Section transversale ; C = septe cardinal.

4. — I.R.Sc.N.B. n° a2656. East Bethany 5, État de New York. Section transversale ; C = septe cardinal..

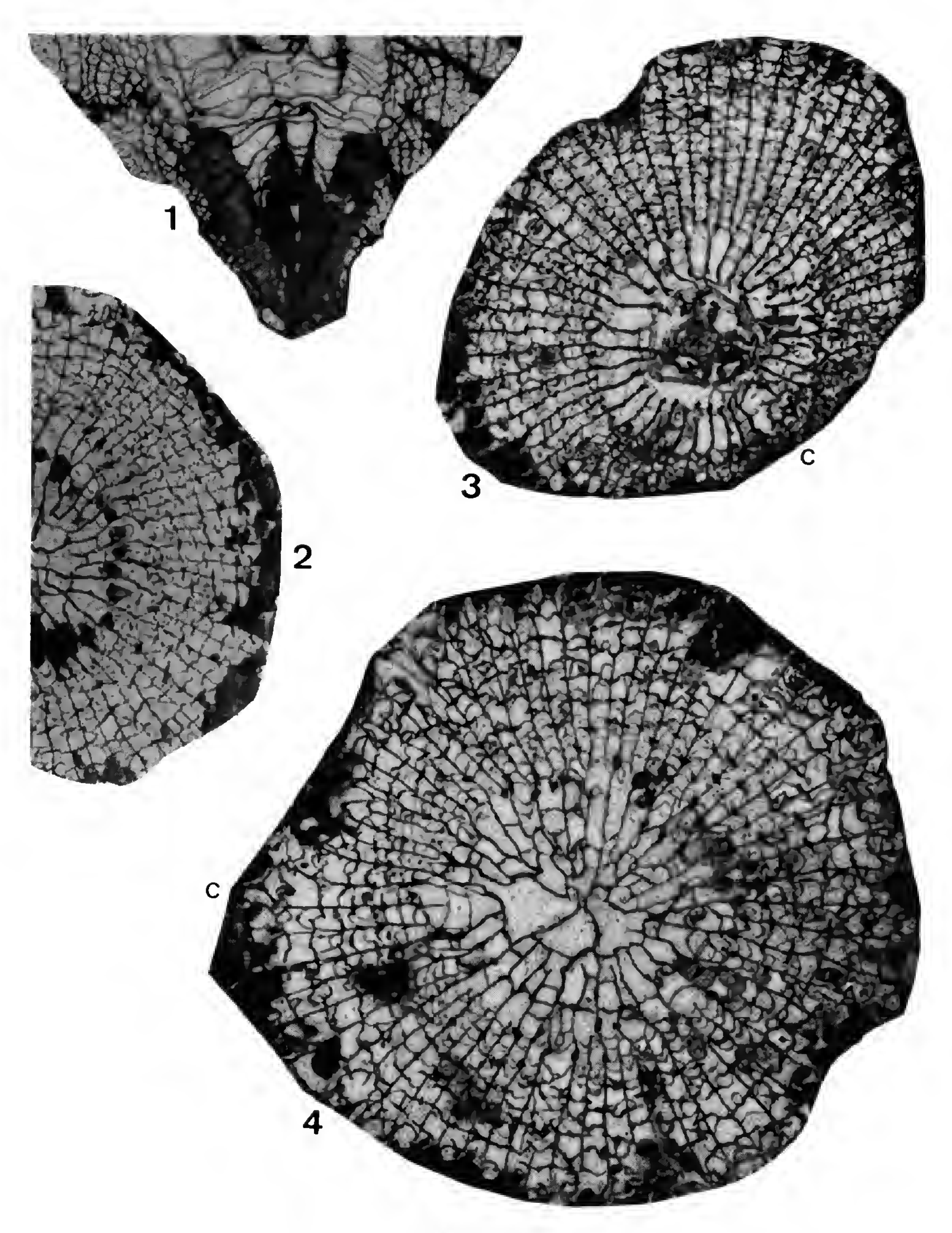


PLANCHE I

PLANCHE II

Heliophyllum halli halli Milne-Edwards et Haime, 1850.

1-2. — MNHN IP S.11662. Leicester (Moscow), État de New York. Sections transversales : 1, stade adulte avec C = septe cardinal ; 2, stade jeune.

3-4. — I.R.Sc.N.B. n° a2658. Collection PIRET, Leicester (Moscow) HH4, État de New York. Sections transversale et longitudinale.

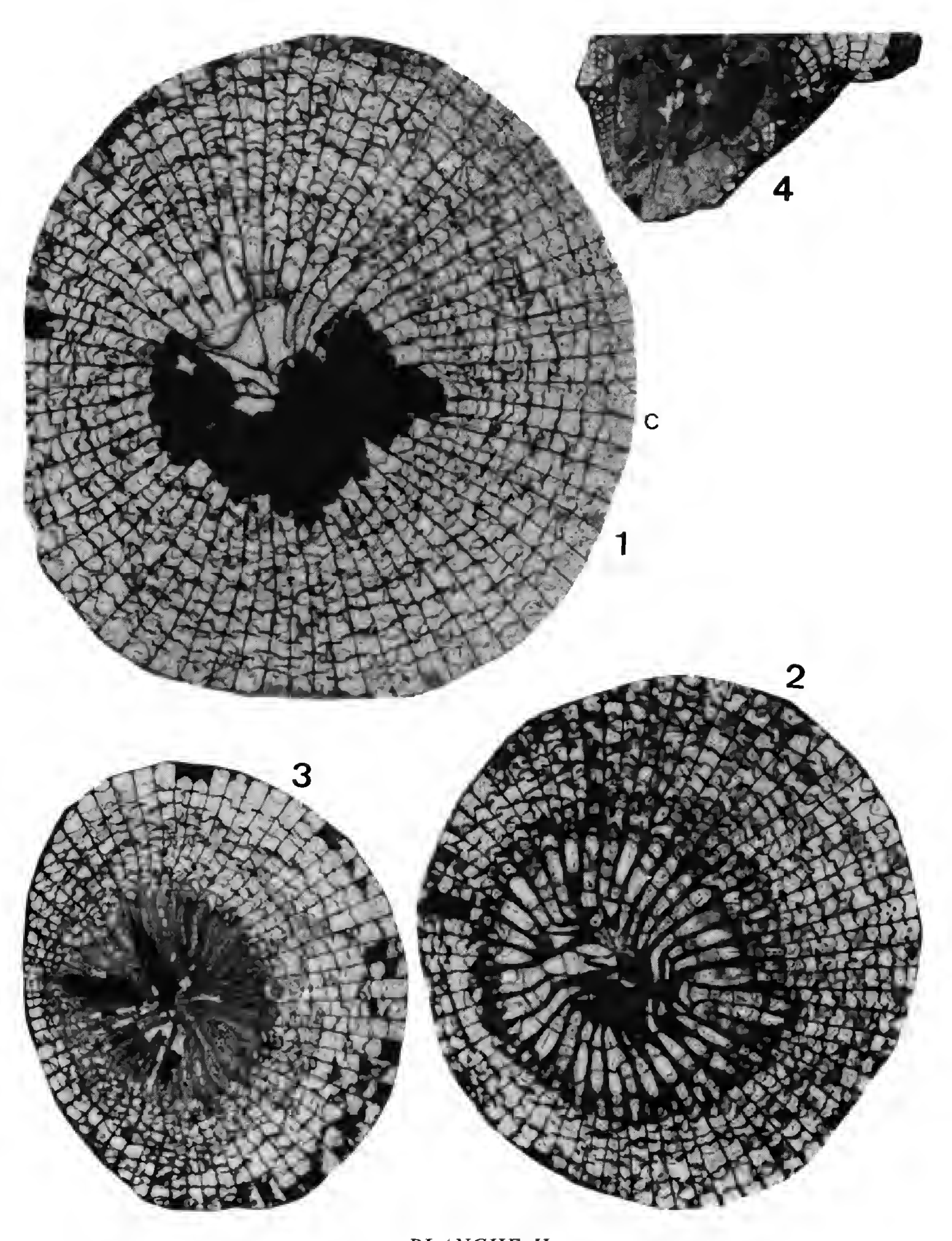


PLANCHE II

PLANCHE III

Heliophyllum halli halli Milne-Edwards et Haime, 1850.

1-2. — I.R.Sc.N.B. n° a2659. East Bethany 10, État de New York. Sections longitudinale et transversale; C= septe cardinal.

3-4. — I.R.Sc.N.B. n° a2660. East Bethany 13, État de New York. Sections longitudinale et transversale.

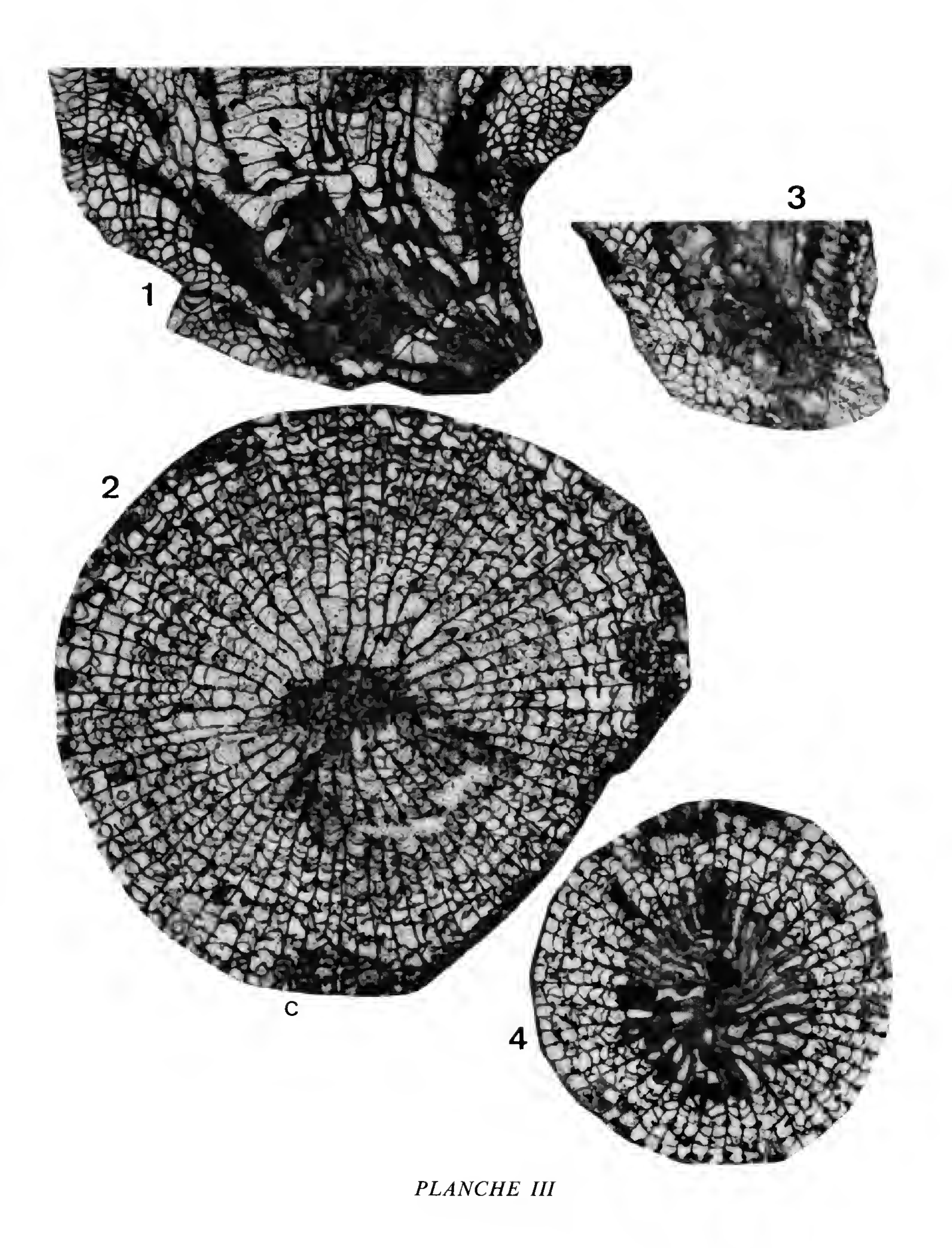


PLANCHE III

PLANCHE IV

Heliophyllum halli halli Milne-Edwards et Haime, 1850.

1. — I.R.Sc.N.B. nº a2661. Collection PIRET, Leicester (Moscow) HH3, État de New York. Section transversale.
2. — I.R.Sc.N.B. nº a2657. Collection LE MARCHAND, York HH2, État de New York. Section longitudinale.
3. — I.R.Sc.N.B. nº a2662. Tuilerie de Thedford ON4, Ontario. Section transversale ; C = septe cardinal.

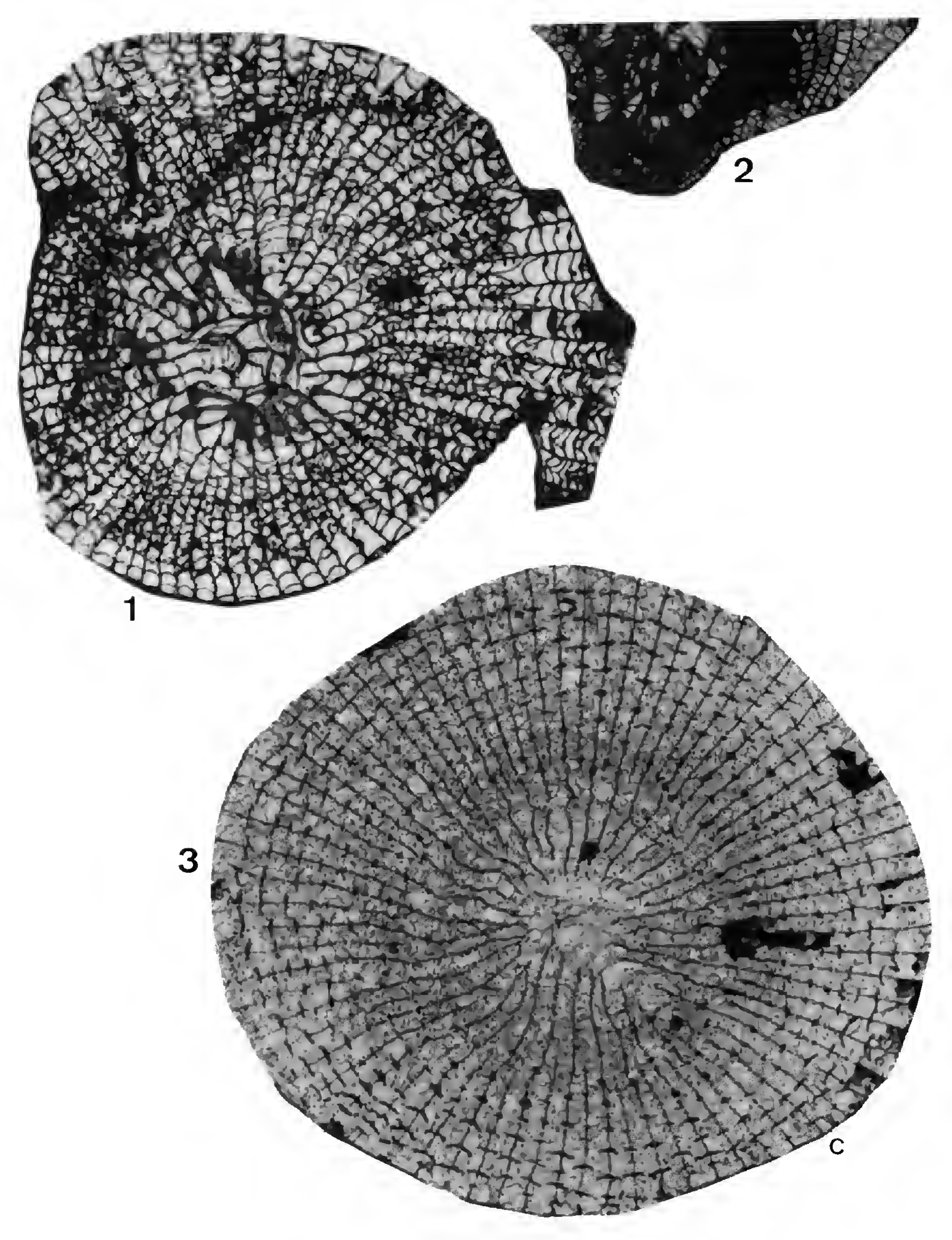


PLANCHE IV

PLANCHE V

Heliophyllum halli halli Milne-Edwards et Haime, 1850.

1. — I.R.Sc.N.B. n° a2663. East Bethany 16, État de New York. Section longitudinale.
2-3. — I.R.Sc.N.B. n° a2664. Ausable River à Hungry Hollow ON30, Ontario. Sections transversale et longitudinale.

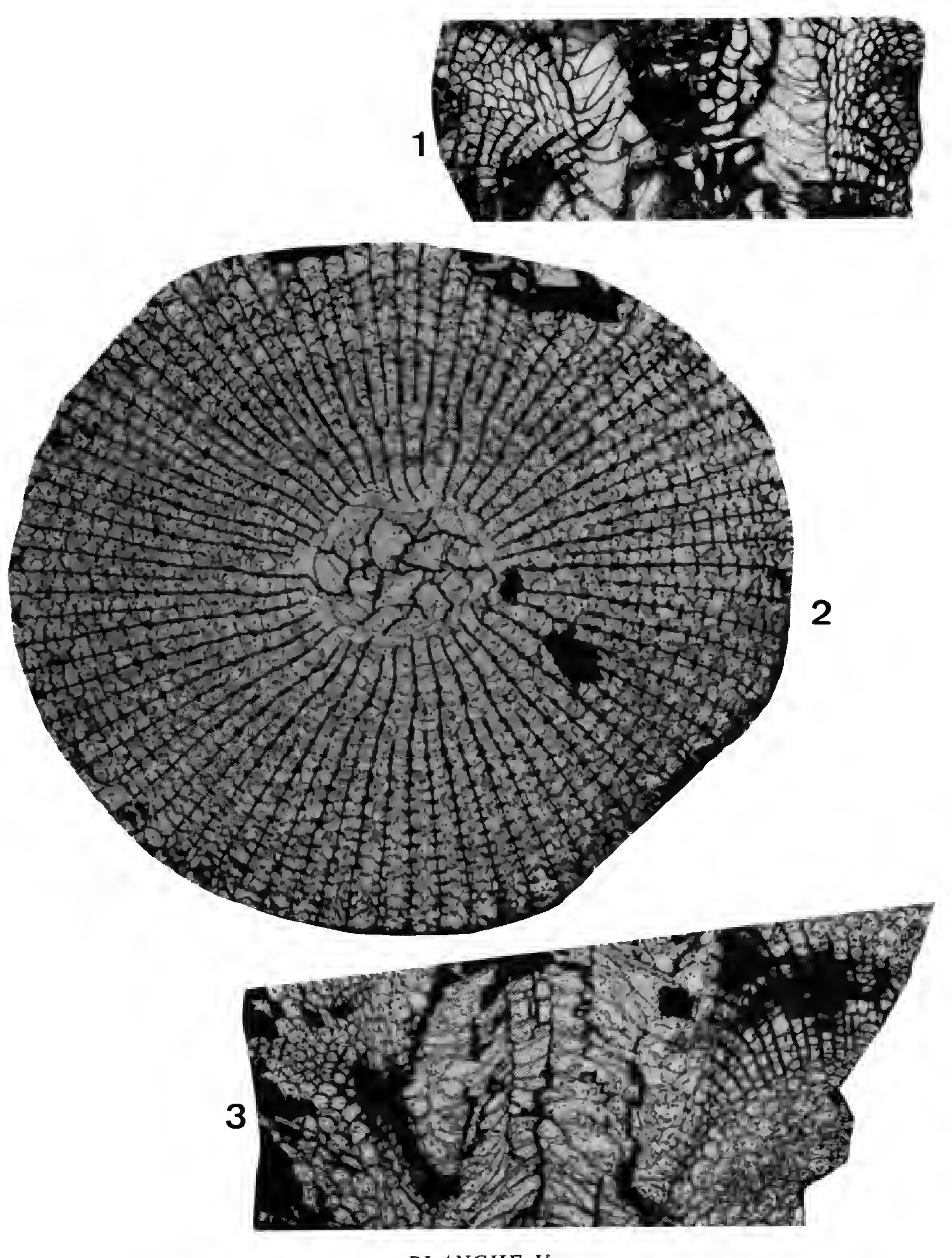


PLANCHE V

PLANCHE VI

Heliophyllum halli moghrabiense Le Maître, 1947.

1-2. — I.R.Sc.N.B. n° a2665. Ouahlane MA 267, Ma'der. Sections transversale et longitudinale.

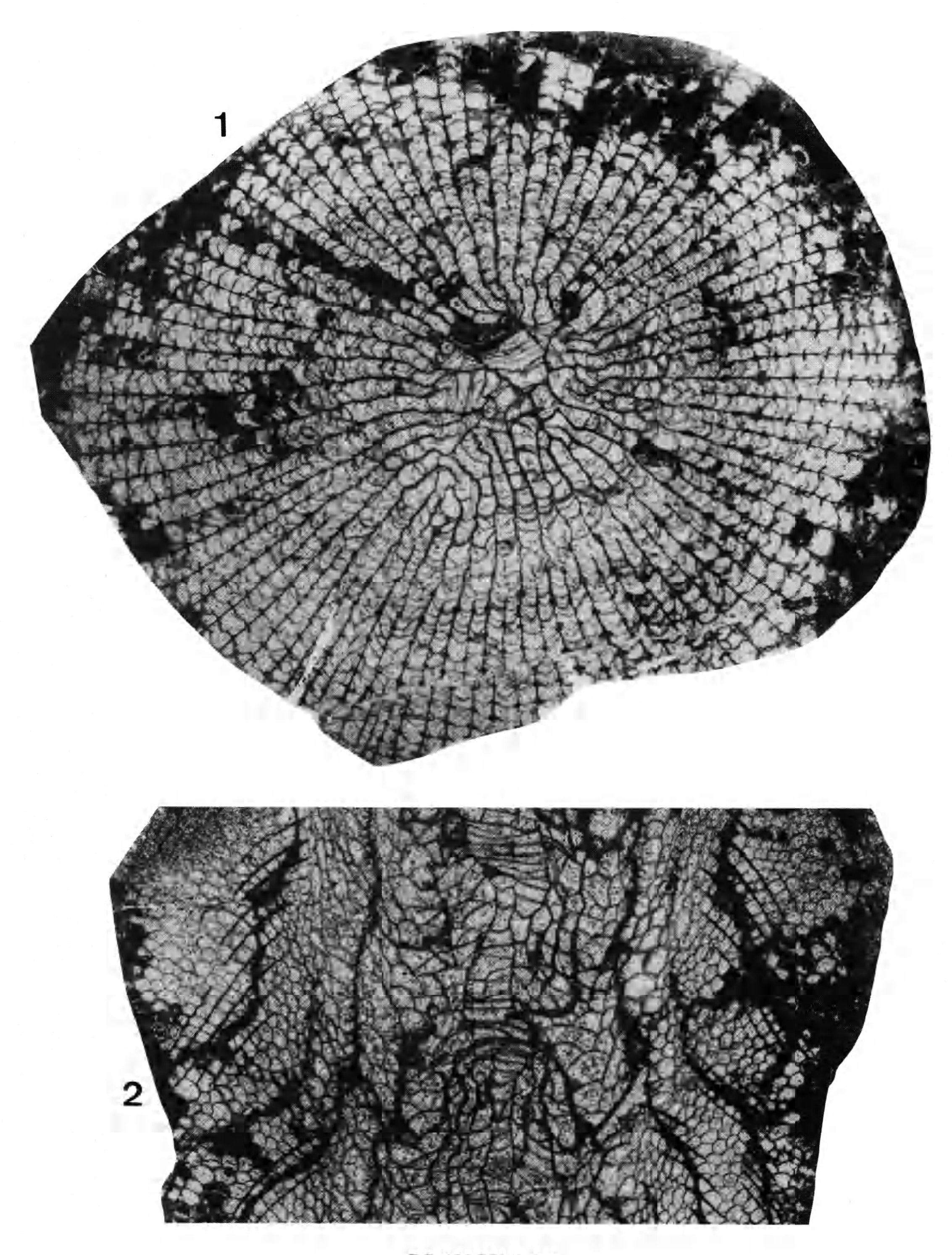


PLANCHE VI

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 4[e] sér., **9**, 1987,
section C, n° 2 : 181-196.

Les Cordylidae (Reptilia, Lacertilia) de l'Éocène français

par Marc Augé

Résumé. — Deux lézards de l'Éocène supérieur français, *Pseudolacerta mucronata* et *Pseudolacerta lamandini*, généralement attribués aux Cordylidae, sont révisés. Une nouvelle diagnose est proposée pour chaque espèce, tandis que leur appartenance aux Cordylidae est confirmée. Ces deux lézards sont considérés comme des immigrants d'origine africaine. Un canevas pour l'ensemble de l'histoire des Cordyloïdes européens est esquissé.

Abstract. — Two lizards from the late Eocene of France, *Pseudolacerta mucronata* and *Pseudolacerta lamandini*, generally referred to the Cordylidae, are revised. This previous opinion is confirmed, and a new diagnosis is proposed for each species. These two lizards are considered as African immigrants, and a scenario about the history of the European Cordyloidea is outlined.

Key words. — Cordylidae, Eocene, France, Cordyloidea, Europe.

M. Augé, *Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés, Université Paris VI, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05.*

Les Cordylidae actuels forment une famille de lézards qui compte environ une dizaine de genres répandus en Afrique du Sud, en Afrique tropicale et à Madagascar. Ils sont regroupés avec les Paramacellodidae (qui ne comprennent que des formes fossiles du Jurassique) dans la superfamille des Cordyloidea. L'Éocène français, les Phosphorites du Quercy notamment, ont livré des restes de Cordylidae dont la description et l'étude taxonomique n'ont jamais été vraiment entreprises.

HISTORIQUE

Hoffstetter (1942) soupçonne, le premier, la présence de Cordylidae dans les Phosphorites du Quercy. Il fonde son opinion sur des dentaires initialement décrits par Filhol (1877) sous le nom de *Lacerta mucronata* et *Lacerta lamandini*. De Stefano (1903) propose pour ces formes un genre nouveau, *Pseudolacerta*, en se basant sur leur dentition hétérodonte. Hoffstetter (1942) retient ce genre, non en raison des particularités de la dentition, mais à cause de la forme du sulcus Meckeli et du bord inférieur de ces dentaires qui lui paraissent correspondre aux Cordylidae plutôt qu'aux Lacertidae. Il appuie aussi son opinion sur la présence, dans le matériel du Quercy, de vertèbres dont la morphologie lui rappelle celle de *Cordylus giganteus*. Hoffstetter (1944, 1955, 1961, 1962) reprendra souvent cette idée quant à la position systématique de *Pseudolacerta*, sans jamais se montrer pleinement affirmatif, et en

1944 il suggère même que *Pseudolacerta* pourrait appartenir aux Scincidae. L'étude du genre est en effet difficile puisque les figures originales de FILHOL ne sont pas démonstratives et que le type de *Pseudolacerta mucronata* est certainement perdu. RAGE (1978) hésite sur la position systématique de *Pseudolacerta* qui, selon lui, pourrait aussi bien être un Lacertidé qu'un Cordylidé. ESTES (1983) et ROCEK (1984) se prononcent, indépendamment, pour une appartenance aux Cordylidae. ESTES (1983) reprend dans sa diagnose de *Pseudolacerta mucronata* les caractères retenus par HOFFSTETTER (1942) : la morphologie du sulcus Meckeli, la forme rectiligne du bord ventral du dentaire, les relations dentaire-splénial, ce à quoi ROCEK (1984) ajoute la forme particulière du coronoïde. Un autre problème reste en suspens, celui du nombre d'espèces présentes dans le Quercy. HOFFSTETTER (1942), suivant en cela FILHOL (1877), retient les deux espèces *Pseudolacerta mucronata* et *P. lamandini*. Il indique brièvement qu'elles ne sont distinguées que par leur dentition. ESTES (1983) écrit que *Pseudolacerta lamandini* est légèrement plus grand que *P. mucronata* et que ses dents postérieures sont légèrement plus émoussées. En revanche, ROCEK (1984) ne retient qu'une espèce dans le Quercy, *Pseudolacerta lamandini*, se fondant sur une traduction erronée de la publication de HOFFSTETTER (1942). En effet, ce dernier ne conclut pas à une identité spécifique entre *Pseudolacerta mucronata* et *P. lamandini*, mais à une identité générique.

Tous ces travaux s'appuient sur des fossiles des anciennes collections du Quercy, donc de gisement et d'âge imprécis (Éocène supérieur ou Oligocène). Les nouvelles récoltes entreprises dans le Quercy (DE BONIS *et al.*, 1973 ; CROCHET *et al.*, 1981) ont relativement enrichi le nombre de restes attribuables à *Pseudolacerta*. Cet ensemble de fossiles permet de proposer une nouvelle diagnose des deux espèces, *P. mucronata* et *P. lamandini* ; d'autre part leur position stratigraphique est maintenant précisée ; pour la chronologie des gisements du Quercy, on se reportera à DE BONIS *et al.* (1973) et à CROCHET *et al.* (1981). Le gisement de Grisolles est dans le niveau du Bretou (Éocène supérieur).

ÉTUDE SYSTÉMATIQUE

Superfamille CORDYLOIDEA

Famille CORDYLIDAE

PSEUDOLACERTA de Stefano, 1903

ESPÈCE-TYPE : *Lacerta mucronata* Filhol, 1877.

CARACTÈRE GÉNÉRIQUE : Lézard cordylidé à dentition hétérodonte.

Pseudolacerta mucronata (Filhol, 1877)

1877 — *Lacerta mucronata* Filhol, p. 489, fig. 424.
1893 — *Lacerta mucronata* Filhol : ZITTEL, p. 600.

1903 — *Pseudolacerta mucronata* Filhol ; de Stefano, p. 413, 414.
1940 — ? *Proiguana europaeana* Filhol : Kuhn, pl. X, fig. 3.
1942 — *Pseudolacerta mucronata* (H. Filhol, 1877) ; Hoffstetter, p. 240.
1944 — *Pseudolacerta mucronata* (Filhol 1877) : Hoffstetter, p. 553.
1978 — *Pseudolacerta mucronata* (Filhol, 1877) ; Rage, p. 203.
1983 — *Pseudolacerta mucronata* Filhol, 1877 : Estes, p. 126
1984 — Part *Pseudolacerta lamandini* (Filhol, 1877) : Rocek, p.20.

Holotype : Un dentaire du Muséum national d'Histoire naturelle, apparemment perdu. Fig. 424 *in* Filhol (1877).

Localité-type : Phosphorites du Quercy, gisement précis inconnu.

Âge : Probablement Éocène supérieur.

Matériel : Nouvelles récoltes du Quercy ; Le Bretou : un dentaire incomplet ; Les Pradigues : deux dentaires incomplets ; Sainte-Néboule : deux dentaires incomplets ; Sindou D : un fragment de dentaire ; Escamps B : deux dentaires incomplets ; Escamps C : un dentaire incomplet ; Escamps X : deux dentaires incomplets. — Anciennes collections du Quercy : cinq dentaires incomplets. — Grisolles : une vingtaine de dentaires incomplets.

Diagnose émendée : Sulcus Meckeli resserré seulement en avant de la cinquième position dentaire ; dentition hétérodonte, les dents antérieures étant plus développées que les suivantes.

Répartition stratigraphique : Du niveau repère du Bretou à celui d'Escamps, Headonien (Fahlbush, 1975), Éocène supérieur.

Description

Dentaire gauche (fig. 2) *dont la partie postérieure est brisée, anciennes collections du Quercy, MNHN, n° Qu 17 159.*

En vue labiale la section du dentaire est convexe latéralement ; dans le détail, la partie centrale est verticale, tandis qu'une portion déprimée occupe la partie supérieure de l'os. Cette portion déprimée s'étend de la quatrième position dentaire jusqu'à l'arrière de l'os. Cinq foramens alvéolaires s'ouvrent pratiquement à mi-hauteur de la face labiale ; le dernier est sous la huitième dent. Le bord ventral de l'os n'est conservé que dans sa partie antérieure ; il y est parfaitement rectiligne, sauf tout à fait à l'avant où il remonte vers la symphyse.

En vue linguale le sulcus Meckeli, dont la partie postérieure est inconnue, est réduit à un mince sillon rectiligne vers l'avant. Il est exposé ventro-mésialement sur toute sa longueur et il n'atteint pas le niveau de la symphyse. Ce sillon reste étroit entre l'avant du dentaire et le niveau de la cinquième dent où il existe une sorte d'étranglement provoqué par un épaississement du bord ventral du dentaire qui, par ailleurs, reste assez mince. Vers l'arrière le sulcus Meckeli s'élargit régulièrement. Le plateau dentaire est peu développé, réduit à une mince marge entre les bases dentaires et la lame horizontale (en ce qui concerne la terminologie anatomique, voir figure 1). La lame horizontale est effectivement horizontale dans la partie centrale du dentaire, puis elle se relève légèrement à l'avant, tandis qu'elle est brisée dans sa partie postérieure. Le bord mésial de la lame horizontale est arrondi, assez large à l'avant, puis il s'amincit régulièrement vers l'arrière (Rocek, 1984, signale une même disposition chez *Palaeocordylus* du Miocène inférieur de Tchécoslovaquie).

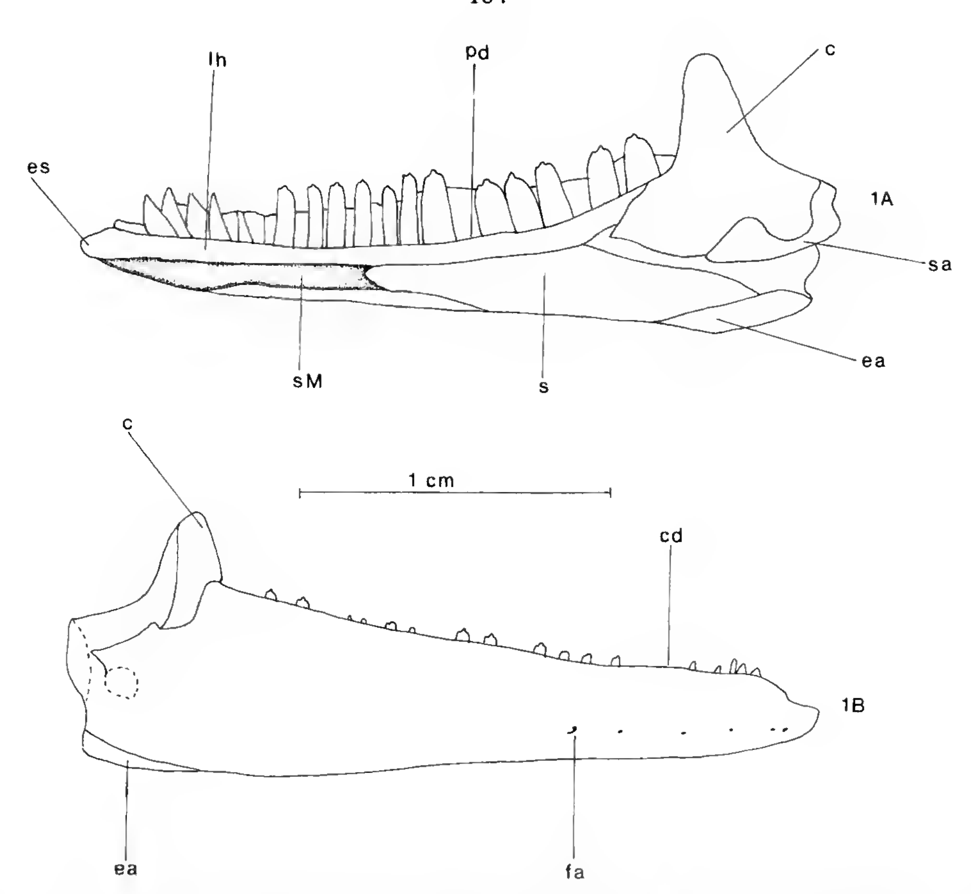


FIG. 1. — *Pseudolacerta lamandini*, dentaire droit, holotype, MNHN, n° 1903-20, Phosphorites du Quercy, Éocène supérieur (1A, face linguale; 1B, face labiale). c : coronoïde, cd : crête dentaire, ea : extrémité antérieure de l'angulaire, es : emplacement de la symphyse, fa : foramen alvéolaire, lh : lame horizontale, pd : plateau dentaire, s : splénial, sa : supraangulaire, sM : sulcus Meckeli.

La dentition montre les caractères les plus remarquables; la rangée dentaire comptait dix-neuf dents, dont dix-sept sont toujours en place. Il n'est pas possible de dire si elle est complète, en raison de l'absence de la partie postérieure du fossile. La dentition est hétérodonte : les dents un à six sont plus grandes que les suivantes, leur diamètre est élargi à la base, leur apex est pointu et recourbé postéro-mésialement; elles sont nettement séparées les unes des autres et dépassent la crête dentaire sur près de la moitié de leur hauteur. On peut résumer leurs caractères morphologiques en disant qu'elles sont plus ou moins caninimorphes, les dents quatre et six offrant la morphologie la plus typique. Les dents sept et huit marquent une transition entre les dents antérieures et les dents postérieures (position neuf à dix-neuf). Ces dernières ne sont pas élargies à la base, mais cylindriques, droites, avec un apex muni de trois cuspides, la cuspide centrale étant dominante. De plus, elles sont hyperpleurodontes, très serrées et ne dépassent la crête dentaire que sur un cinquième de leur hauteur. Dans la

description originale de *Lacerta mucronata*, FILHOL (1877) avait déjà signalé ces différences dans la dentition.

VARIATIONS

Les dentaires disponibles montrent quelques différences par rapport au spécimen décrit ci-dessus.

Les dents antérieures peuvent être plus ou moins nettement recourbées vers l'arrière et plus ou moins développées. Quelquefois elles ne dépassent guère le niveau des dents postérieures, mais restent toujours caninimorphes. Le sulcus Meckeli s'ouvre plus ou moins largement vers l'arrière. L'un des dentaires porte vingt-trois dents, et il n'est pas sûr qu'il soit complet.

D'autre part ROCEK (1984) a repris la description d'un dentaire des Phosphorites du Quercy, figuré par KUHN (1940) sous le nom de *Proiguana europaea* et a mis en évidence les affinités cordyliennes de cette pièce qui présente une profonde dépression sur la face labiale, tout comme *Pseudolacerta mucronata*. Pourtant, ce dentaire compte vingt-neuf positions dentaires, alors que les dentaires de *P. mucronata* que j'ai examinés n'en montrent que vingt-trois au maximum, mais sur aucun d'eux on ne peut avoir de certitude quant à la conservation de la rangée dans sa totalité. Cependant, comme le soulignait ROCEK, le problème de l'identification spécifique et générique de cette pièce reste ouvert.

Pseudolacerta lamandini (Filhol, 1877)

1877 — *Lacerta lamandini* Filhol, p. 489, 490, fig. 421.
1888 — *Lacerta lamandini* Filhol ; LYDEKKER, p. 287.
1893 — *Lacerta lamandini* Filhol : ZITTEL, p. 600.
1903 — *Lacerta lamandini* Filhol ; DE STEFANO, p. 412.
1942 — *Pseudolacerta lamandini* (H. Filhol, 1877) : HOFFSTETTER, p. 239.
1944 — *Pseudolacerta lamandini* (Filhol 1877) ; HOFFSTETTER, p. 553.
1970 — *Pseudolacerta lamandini* (Filhol) : GINSBURG, fig. 868.
1978 — *Pseudolacerta lamandini* (Filhol, 1877) : RAGE, p. 203.
1983 — *Pseudolacerta lamandini* Filhol, 1877 : ESTES, p. 128, fig. 32D.
1984 — *Pseudolacerta lamandini* (Filhol, 1877) : ROCEK, p. 20.

HOLOTYPE : Une mandibule droite incomplète, avec le dentaire, le splénial, le coronoïde et une petite partie du supraangulaire et de l'angulaire, anciennes collections du Quercy, MNHN, n° 1903-20, fig. 421 *in* FILHOL (1877).

LOCALITÉ-TYPE : Phosphorites du Quercy, gisement précis inconnu.

ÂGE : Probablement Éocène supérieur.

MATÉRIEL : Nouvelles récoltes du Quercy; Le Bretou : un dentaire incomplet; Aubrelong 2 : un dentaire incomplet; Malpérié : quatre dentaires incomplets; Perrière B : deux dentaires incomplets; Gousnat : deux dentaires incomplets; Sainte-Néboule : quatre dentaires incomplets; Coânac I : un dentaire incomplet; Escamps B : un dentaire; Escamps C : trois dentaires incomplets. — Anciennes collections du Quercy; un dentaire avec une partie du splénial, deux dentaires complets, une dizaine de dentaires incomplets.

DIAGNOSE ÉMENDÉE : *Pseudolacerta lamandini* diffère de *P. mucronata* par un sulcus Meckeli très étroit sur une grande partie de la longueur du dentaire et une dentition hétérodonte dont les premières dents sont plus petites que les suivantes.

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE : Du niveau repère du Bretou à celui d'Escamps, Headonien (FAHLBUSH, 1975), Éocène supérieur.

DESCRIPTION DE L'HOLOTYPE
(Fig. 3)

Dentaire

En vue labiale, le dentaire est assez effilé vers l'avant et sa hauteur s'accroît régulièrement vers l'arrière. En section, le dentaire est convexe latéralement, et il n'y a pas de dépression bien marquée dans la partie supérieure. Six foramens labiaux s'ouvrent un peu en dessous de la mi-hauteur du dentaire. Le bord ventral est parfaitement rectiligne, avec cependant une inflexion vers le haut au niveau de la symphyse (fig. 3).

En vue linguale, le sulcus Meckeli est largement ouvert mésialement dans la partie postérieure du dentaire, mais se rétrécit rapidement vers l'avant où il est exposé ventro-mésialement ; antérieurement à la quatorzième position dentaire, il est réduit à un mince sillon limité dorsalement par le rebord de la lame horizontale et ventralement par le bord inférieur du dentaire qui est assez épais sur toute sa longueur ; ces deux bords sont parallèles et presque contigus. Le sulcus Meckeli ne s'infléchit pas vers le haut, même près de la symphyse qu'il n'atteint d'ailleurs pas. La lame horizontale est droite dans la partie antérieure du dentaire, puis elle se relève légèrement à l'arrière de l'os ; elle se termine un peu en avant de la dernière dent. Le rebord de cette lame est arrondi et garde la même épaisseur sur toute sa longueur. Le plateau dentaire est réduit à une étroite surface horizontale, entre les bases dentaires et la lame horizontale.

La rangée dentaire est complète et les dents sont pleurodontes. Il existait vingt-trois dents, quatorze sont encore en place. Les dents antérieures sont plus petites que les dents postérieures. Ces premières dents sont légèrement recourbées vers l'arrière et leur apex est pointu ; elles dépassent la crête dentaire sur un tiers de leur hauteur. A partir de la neuvième dent, la morphologie change : les dents suivantes sont cylindriques et droites, leur taille s'accroît régulièrement vers l'arrière et leur apex porte trois cuspides, la cuspide centrale étant dominante. Ces dents postérieures dépassent la crête dentaire sur un cinquième de leur hauteur seulement. La dentition est donc hétérodonte, mais à un moindre degré que chez *Pseudolacerta mucronata*.

Splénial

Cet os recouvre la partie postérieure du sulcus Meckeli, mais il le laisse libre vers l'avant à partir de la treizième position dentaire. ROCEK (1984) mentionne ce caractère pour séparer *Palaeocordylus* de *Pseudolacerta* (chez *Palaeocordylus* le splénial s'étend jusqu'à la neuvième position dentaire), mais il n'est pas sûr que la terminaison du splénial de *Pseudolacerta* soit intacte, l'os pouvant être brisé à cet endroit. Toutefois, la séparation entre les deux genres est suffisamment étayée par ailleurs (ROCEK, 1984) et il n'est pas question de la remettre en cause.

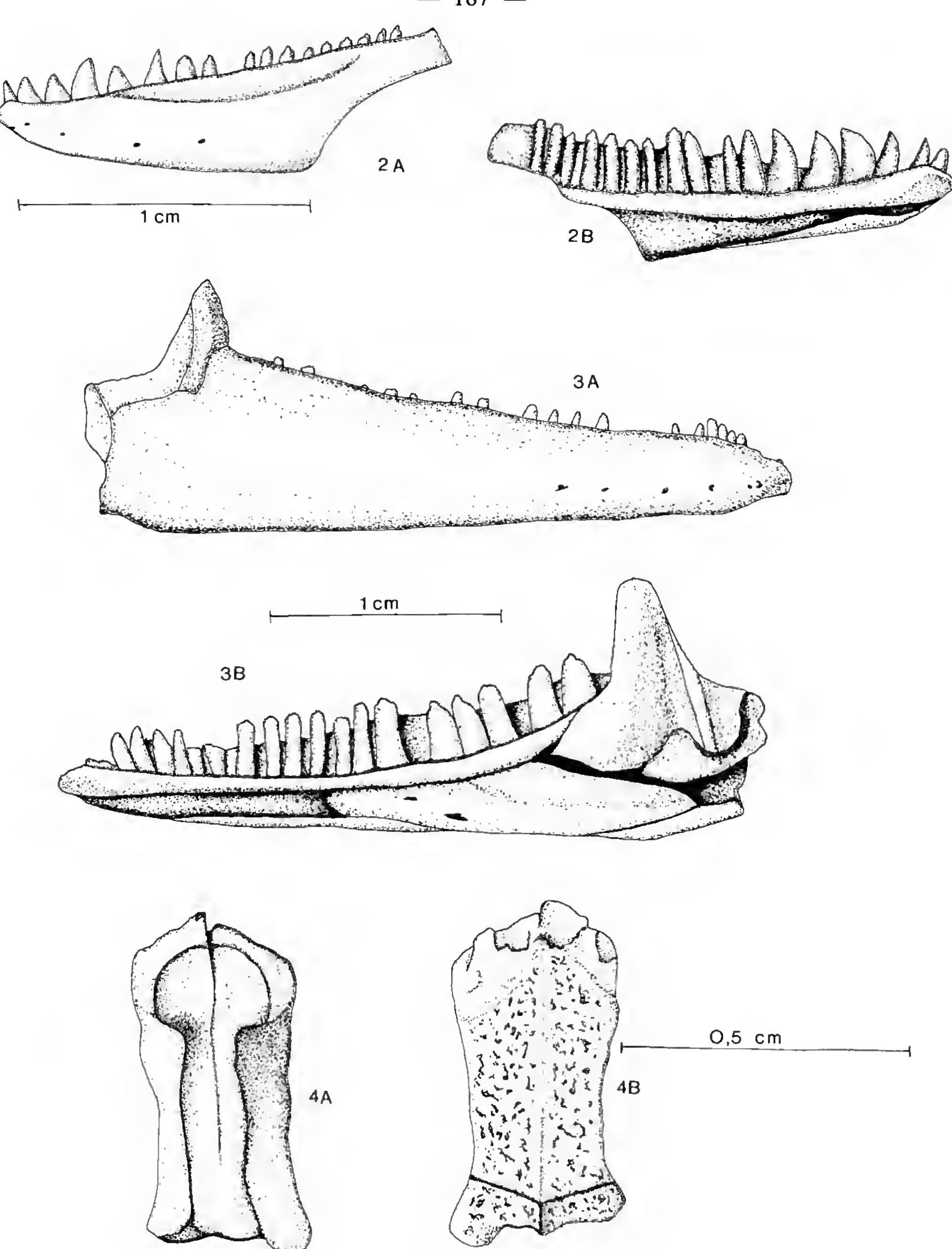


FIG. 2-4. — 2, *Pseudolacerta mucronata*, dentaire gauche, MNHN, n° QU 17159, Phosphorites du Quercy, Éocène supérieur (2A, face labiale; 2B, face linguale); 3, *Pseudolacerta lamandini*, dentaire droit, holotype, MNHN, n° 1903-20, Phosphorites du Quercy, Éocène supérieur (3A, face labiale; 3B, face linguale); 4, *Pseudolacerta* sp., frontal, USTL, n° ECB 1701, Escamps, Éocène supérieur (4A, face ventrale; 4B, face dorsale).

Coronoïde

Le processus ascendant du coronoïde est assez élevé, il fait un angle proche de 90° avec la crête dentaire. Le contact entre le coronoïde et le dentaire en vue labiale est particulier : la crête dentaire vient butter contre « l'arête labiale du coronoïde » et la face de contact entre les deux os est verticale à ce niveau, parallèle à l'arête labiale (fig. 5). C'est un caractère qui paraît constant chez les Cordylidae, mais on retrouve une morphologie assez proche pour les Scincidae et même certains Iguanidae. Le bord postérieur du dentaire passe sous l'arête labiale et forme le processus supraangulaire; en vue linguale, le coronoïde forme un processus dentaire qui passe sous la dernière dent et qui se termine sous la lame horizontale. Estes (1983) indique que le contact particulier entre le dentaire et le coronoïde en vue labiale est un caractère commun aux Scincidae, aux Cordylidae et aux Xantusiidae. Estes, Gauthier et de

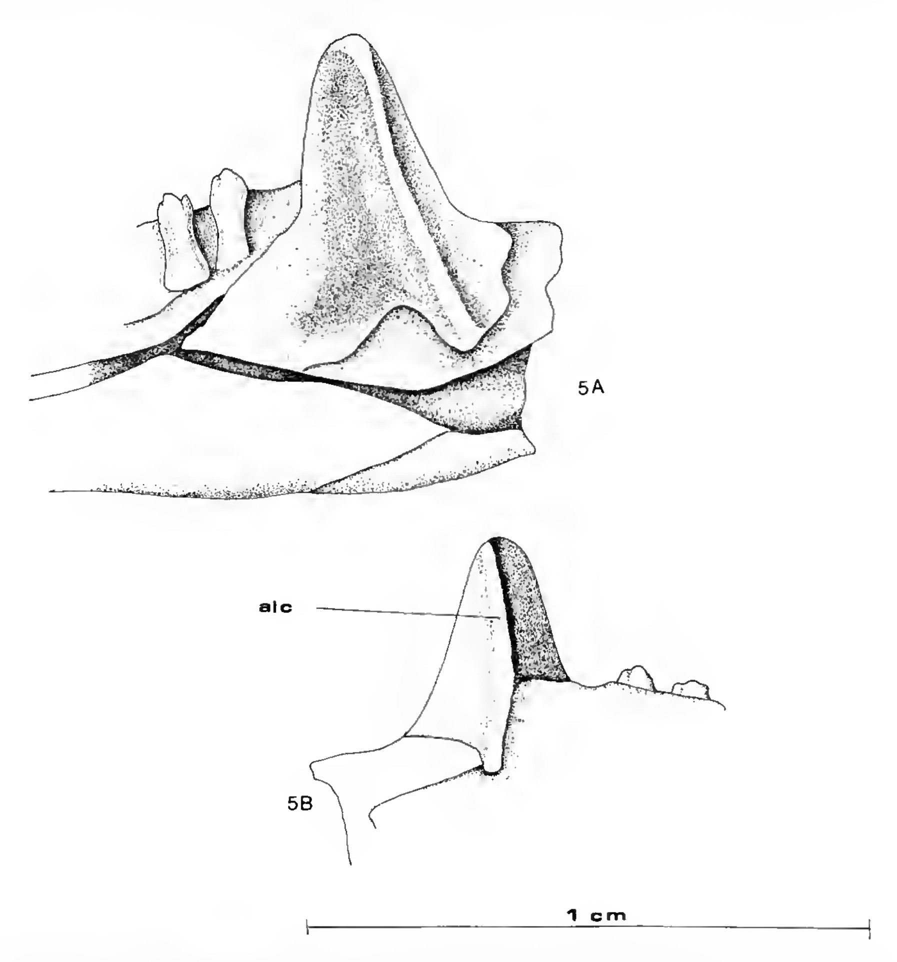


Fig. 5. — *Pseudolacerta lamandini*, détail du coronoïde, holotype, MNHN n° 1903-20, Phosphorites du Quercy, Éocène supérieur (5A, face linguale; 5B, face labiale). alc : arête labiale du coronoïde.

Queiroz (*sous presse*) ne reprennent pas ce caractère dans la définition de la superfamille des Scincoidea (comprenant les Scincidae et les Cordylidae) ; ils indiquent seulement, parmi d'autres synapomorphies, que le processus coronoïde du dentaire est élargi en vue latérale.

Variations

Les autres dentaires montrent quelques différences par rapport à l'holotype.

Le nombre de dents peut aller jusqu'à vingt-cinq ; il ne semble pas être inférieur à vingt-trois. Le sulcus Meckeli est très étroit, presque refermé dans sa partie antérieure sur certains dentaires. La différence de taille entre les dents antérieures et postérieures est quelquefois imperceptible.

Distinction entre *Pseudolacerta mucronata* et *P. lamandini*

Les descriptions précédentes permettent de préciser les différences entre les deux espèces :

— l'hétérodontie est plus nette chez *Pseudolacerta mucronata* que chez *P. lamandini* ; de plus les dents antérieures de cette dernière forme sont plus petites que les suivantes ; la situation est inverse chez *P. mucronata* ;

— le sulcus Meckeli de *P. mucronata* s'élargit vers l'arrière dès la cinquième position dentaire, car la lame horizontale commence à se relever dès ce niveau et n'est donc plus parallèle au bord ventral du dentaire ; chez *P. lamandini*, le sulcus Meckeli est très étroit sur la plus grande partie de la longueur du dentaire, car la lame horizontale et le bord ventral du dentaire sont rectilignes et pratiquement parallèles ;

— la lame horizontale de *P. lamandini* garde la même épaisseur sur toute sa longueur ; elle s'amincit vers l'arrière chez *P. mucronata* ;

— le bord ventral du dentaire de *P. mucronata* est plutôt moins épais que celui de *P. lamandini* ; de plus, il présente une sorte de renflement (au niveau de la cinquième dent) qui étrangle alors le sulcus Meckeli, ce qui n'existe pas chez *P. lamandini* ;

— le sulcus Meckeli de *P. mucronata* montre une légère inflexion vers le haut au niveau de la symphyse ; celui de *P. lamandini* reste droit à ce niveau.

Les différences que l'on vient de passer en revue sont des plus manifestes sur les deux spécimens décrits. Mais si l'on regarde l'ensemble des pièces attribuées aux deux espèces, ces différences, sans disparaître, perdent de leur évidence et s'atténuent ; le tout laisse l'impression d'une série morphologique dont les deux pôles seraient *P. mucronata* et *P. lamandini*, avec de nombreux intermédiaires entre les deux. Mais ces derniers restent séparés par au moins une distinction morphologique : la différence de taille entre les dents antérieures et postérieures qui subsiste toujours même quand elle s'atténue. On peut voir ici la raison des problèmes rencontrés jusqu'alors pour séparer ces deux espèces. D'autre part, ce sont les dentaires les plus grands qui présentent les caractères les plus tranchés, les pièces de petite taille étant beaucoup plus ambiguës. On peut donc supposer qu'il existe bien deux espèces dont les stades juvéniles étaient très proches.

Pseudolacerta sp.

Les nouvelles récoltes du Quercy ont livré des vertèbres de Cordylidae et une partie de frontal qui se rapportent sans doute au genre *Pseudolacerta*, seul représentant de la famille dans le Quercy. Il n'est pas possible de les attribuer à l'une ou l'autre des deux espèces connues, mais il paraît intéressant de les décrire.

Frontal (fig. 4)

Il sagit de la moitié antérieure d'un frontal de petite taille, provenant de l'Éocène supérieur d'Escamps (USTL, n° ECB 1701). L'os est impair, mais une ligne de suture médiane est bien visible sur la face ventrale.

En vue dorsale, l'os s'élargit légèrement vers l'avant, mais comme antérieurement les bords latéraux sont endommagés, il est difficile de juger de l'ampleur de cet élargissement. Dans la partie moyenne de la pièce les bords latéraux deviennent presque parallèles. La surface de l'os présente une ornementation peu marquée, faite de petites cupules formant un pointillé, quelquefois anastomosées en sillons onduleux. Dans la partie postérieure de ce frontal incomplet, on devine la limite entre une grande écaille épidermique qui couvrait la partie antérieure de l'os et deux écailles fronto-pariétales, jointes sur la ligne mésiale du frontal.

En vue ventrale, les processus olfactifs (= processus descendants) du frontal sont bien développés dans la partie antérieure de l'os, puis ils diminuent rapidement vers l'arrière pour disparaître à peu près à mi-longueur du frontal.

La forme générale de cet os, la disposition des écailles épidermiques sur la face dorsale, sa taille qui s'accorde à celle des autres restes de *Pseudolacerta* ne laissent guère de doute quant à son appartenance à ce genre.

Vertèbres

Matériel : Le Bretou : six vertèbres dorsales, deux vertèbres caudales ; Les Pradigues : une vertèbre dorsale, une vertèbre caudale ; La Bouffie : une vertèbre dorsale ; Perrière B : quatre vertèbres dorsales ; Rosières 2 : deux vertèbres dorsales, une vertèbre caudale ; Sindou D : une vertèbre sacrée ; Escamps B : trois vertèbres dorsales.

Vertèbre dorsale (fig. 6) : Ici sera décrite une vertèbre provenant de La Bouffie (USTL, n° BFI 1872). C'est une vertèbre moyennement élevée, pas très longue, mais par contre fortement élargie. En vue latérale la neurépine est très courte, peu élevée et elle s'incline régulièrement vers l'avant pour rejoindre l'arc neural à mi-longueur de la vertèbre. A l'avant du centrum, la synapophyse est moyennement en relief, elle occupe presque toute la hauteur du centrum et présente une inclinaison postéro-supérieure à antéro-inférieure. En vue dorsale la forte largeur de la vertèbre est particulièrement évidente : la distance entre les deux extrémités latérales des prézygapophyses est égale à la longueur de la vertèbre. De plus, le rétrécissement de l'arc neural entre pré et postzygapophyses est peu marqué. En vue ventrale, le centrum apparaît nettement triangulaire, le bord du condyle formant la pointe de ce triangle. Il existe une carène sagittale qui reste très fine sur toute sa longueur et qui s'estompe au niveau du

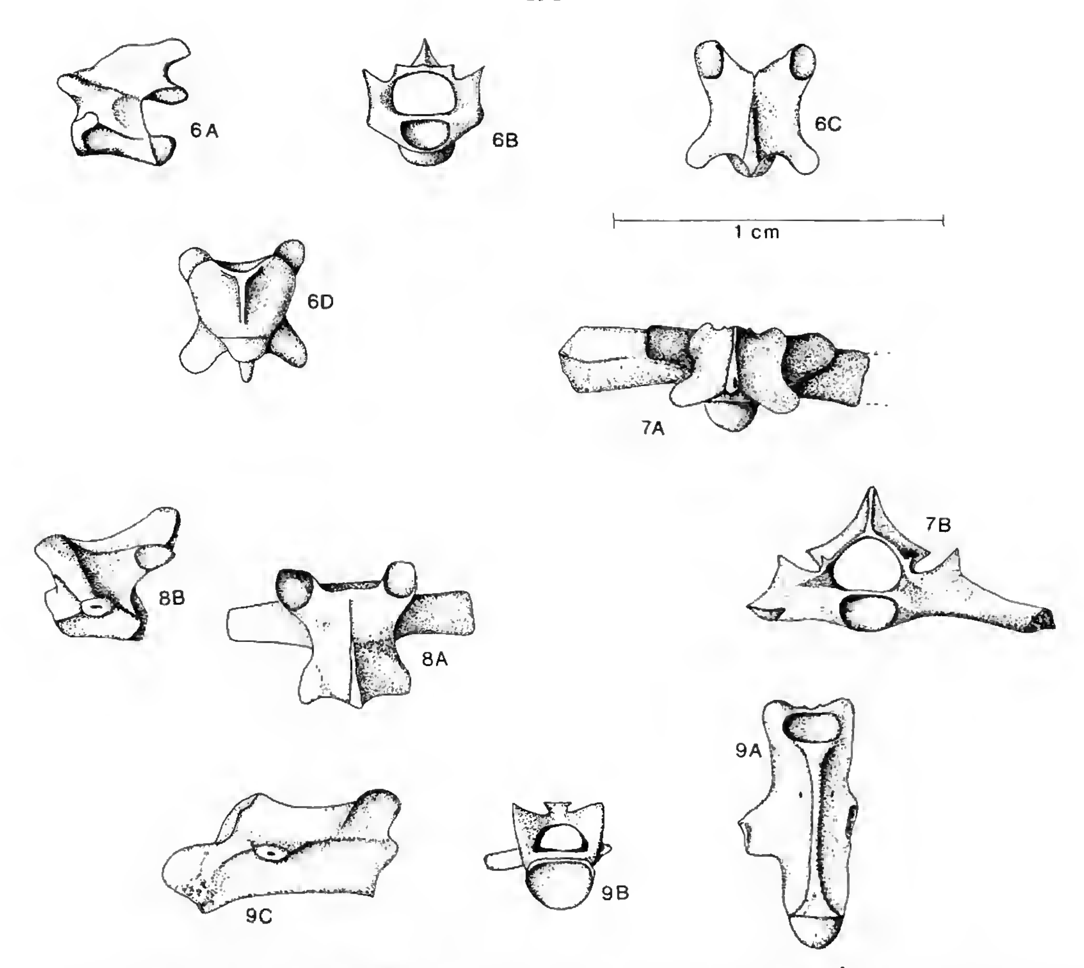


FIG. 6-9. — *Pseudolacerta* sp. : 6, vertèbre dorsale, USTL, n° BFI 1872, La Bouffie, Éocène supérieur (6A, face latérale; 6B, face antérieure; 6C, face dorsale; 6D, face ventrale); 7, vertèbre sacrée, USTL, n° SDN 621, Sindou D, Éocène supérieur (7A, face dorsale, 7B, face antérieure); 8, vertèbre caudale antérieure, USTL, n° PRA 6, Les Pradigues, Éocène supérieur (8A, face dorsale; 8B, face latérale); 9, vertèbre caudale postérieure, USTL, n° BRT 851, Le Bretou, Éocène supérieur (9A, face ventrale; 9B, face antérieure; 9C, face latérale).

cotyle. En vue antérieure, le cotyle est assez aplati dorso-ventralement; il existe un pseudozygosphène, peu marqué, surtout parce que les deux faces d'articulation latérales sont très écartées l'une de l'autre; une échancrure assez large s'ouvre entre elles. Sur d'autres spécimens on note diverses variations : le pseudozygosphène est plus ou moins apparent, et il disparaît même sur certaines vertèbres; par contre l'échancrure médio-antérieure (en vue dorsale) est un caractère constant des vertèbres dorsales que l'on retrouve d'ailleurs chez les Cordylidae actuels. Les vertèbres dorsales sont plus ou moins allongées, mais leur largeur reste toujours importante et le rétrécissement entre les zygapophyses est, dans tous les cas, modeste (ce sont d'ailleurs des caractères de Cordylidae actuels). En vue ventrale, la carène sagittale est plus ou moins accentuée; elle peut quelquefois s'élargir, mais jamais beaucoup.

Vertèbre sacrée (fig. 7) : Le gisement de Sindou D a fourni une première vertèbre sacrée (USTL, n° SDN 621). Elle est très courte, ses processus transverses, perpendiculaires à l'axe vertébral, s'orientent légèrement vers le bas. Ils sont larges et se soudent sur toute la surface latérale du centrum. Leur extrémité est brisée. La face antérieure est particulière : les prézygapophyses sont soudées vers le bas à la base des processus transverses ; au-dessus de ces prézygapophyses existent deux autres petits processus dirigés ventro-mésialement à dorso-latéralement qui, en fait, miment une deuxième paire de prézygapophyses et qui pourraient être les faces d'articulation d'un pseudozygosphène modifié.

Vertèbre caudale antérieure (fig. 8) : Une vertèbre caudale antérieure provenant des Pradigues (USTL, n° PRA 6) est attribuée à *Pseudolacerta*. Elle est large et faiblement allongée, ce qui laisse supposer qu'elle n'était pas très éloignée du sacrum ; la neurépine est courte et pas très haute en vue latérale. Les processus transverses s'attachent sur le centrum en position ventro-antérieure. En vue dorsale, la forte largeur de la vertèbre apparaît nettement. Comme sur les vertèbres dorsales, le rétrécissement entre les prézygapophyses et les postzygapophyses est peu marqué. Il n'y a pas trace de pseudozygosphène, ni d'échancrure entre les prézygapophyses. Les processus transverses sont assez larges et pratiquement perpendiculaires à l'axe vertébral. En vue latérale, bien que la face ventrale du centrum soit abîmée, on peut distinguer une carène sagittale mince et saillante. Il n'y a pas trace de suture d'autotomie.

Vertèbre caudale postérieure (fig. 9) : Une vertèbre caudale postérieure du Bretou, dont l'arc neural est endommagé dans sa partie postérieure et dont les processus transverses sont brisés, correspond probablement à *Pseudolacerta* (USTL, n° BRT 851). Elle est beaucoup plus longue et plus mince que la vertèbre caudale antérieure décrite ci-dessus. Il existe un pseudozygosphène très étroit. Les processus transverses s'implantent à mi-longueur du centrum et se dirigent légèrement vers l'arrière. Une carène mince, mais très en relief, occupe toute la longueur de la face ventrale du centrum. Aucune suture d'autotomie n'est visible. D'après ETHERIDGE (1967), les premières caudales des Cordylidae ne possèdent pas de suture d'autotomie, mais celle-ci apparaît sur les vertèbres plus postérieures. Pour la caudale du Quercy, le mauvais état de la vertèbre ne permet peut-être pas de l'observer.

LES CORDYLIDAE FOSSILES EUROPÉENS

PLACE DANS L'HISTOIRE DE LA FAMILLE

Les nouvelles récoltes du Quercy montrent que le genre *Pseudolacerta* n'y est représenté que dans les gisements de l'Éocène supérieur. RAGE, *in* DE BONIS *et al.* (1973) et *in* CROCHET *et al.* (1981), avait déjà signalé l'absence de *Pseudolacerta* dans l'Oligocène des Phosphorites. Comme tant d'autres groupes de reptiles d'Europe de l'Ouest, les Cordylidae disparaissent soudainement lors de la Grande Coupure Éocène-Oligocène (RAGE, 1984). HECHT et HOFFSTETTER (1962) ont signalé des Cordylidae dans la faune de l'Éocène inférieur de Dormaal (Belgique). GODINOT *et al.* (1978) signalent *Pseudolacerta* dans ce même gisement. On peut donc supposer que le genre a vécu en Europe de l'Ouest durant tout l'Éocène.

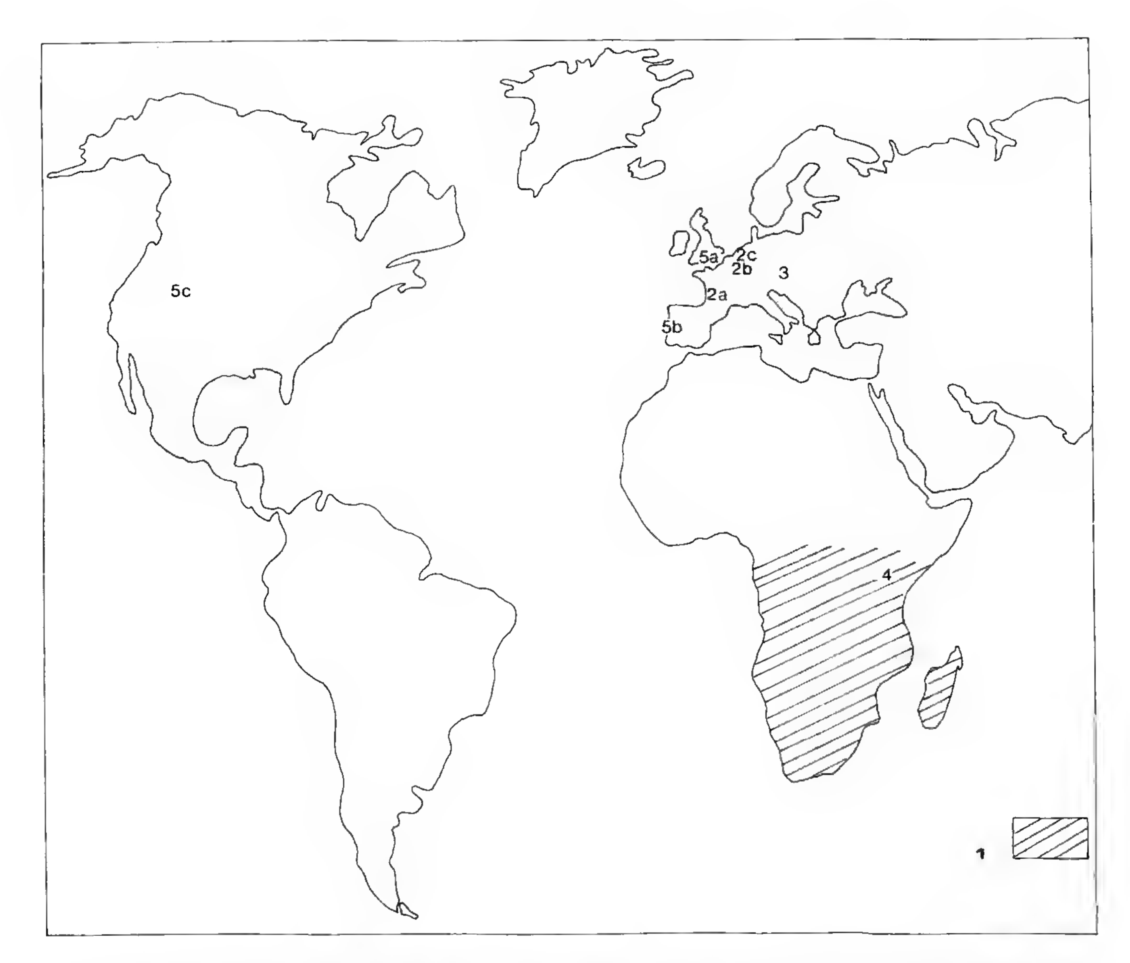


FIG. 10. — Répartition des Cordyloidea. 1 : Cordylidae actuels. 2 : *Pseudolacerta* (2a : *Pseudolacerta lamandini* et *Pseudolacerta mucronata*, Éocène supérieur, Phosphorites du Quercy; 2b : *Pseudolacerta mucronata*, Éocène supérieur, Grisolles; 2c : *Pseudolacerta* sp., Éocène inférieur, Dormaal). 3 : *Palaeocordylus bohemicus*, Miocène inférieur, Tchécoslovaquie. 4 : *Gerrhosaurus* cf. *G. major*, Miocène inférieur, Kenya. 5 : Paramacellodidae (5a : *Paramacellodus*, *Saurillus*, *Pseudosaurillus*, Jurassique supérieur, Angleterre; 5b : *Becklesius*, *Saurillodon*, Jurassique supérieur, Portugal; 5c : *Paramacellodus*, Jurassique supérieur, Wyoming).

D'après ROCEK (1984), une mandibule provenant de l'Éocène moyen du Geiseltal (RDA) appartient aux Cordylidae; cependant il ne précise pas son attribution générique. La présence d'un Cordylidé (différent de *Pseudolacerta*?) dans l'Éocène moyen d'Allemagne orientale vient confirmer la permanence de la famille dans l'Éocène européen.

ESTES (1983) a suggéré que *Lacerta sansaniensis* Lartet, 1851 (Miocène moyen français) pourrait être un Cordylidé. LARTET ne figure pas cette pièce qui est perdue. GERVAIS (1859, pl. 64, fig. 13) représente un dentaire de Sansan, « peut-être du *Lacerta sansaniensis* », et c'est d'après cette figure qui présente un sulcus Meckeli fermé vers l'avant que ESTES tente un rapprochement avec les Cordylidae. C'est un indice de la présence de cette famille dans le

Miocène français, bien pauvrement étayé à vrai dire, puisque la pièce originale est perdue, puisque l'attribution du dentaire figuré par GERVAIS (1859) à *Lacerta sansaniensis* est problématique et que la morphologie de ce même dentaire n'autorise aucune conclusion définitive. ESTES (1983) fait de *Lacerta sansaniensis* un *nomen dubium*. D'autre part, dans le matériel de Sansan actuellement disponible ne figure aucun Cordylidé (RAGE, *comm. pers.*). Par contre, la présence d'un Cordylidé, *Palaeocordylus bohemicus*, dans le Miocène inférieur de Tchécoslovaquie est parfaitement attestée (ROCEK, 1984).

Outre la famille des Cordylidae, des restes des Purbeck Beds (transition Jurassique-Crétacé, Angleterre) ont été attribués aux Cordyloidea par HOFFSTETTER (1967). ESTES (1983) crée la famille des Paramacellodidae pour recevoir ces fossiles : *Paramacellodus* Hoffstetter, *Pseudosaurillus* Hoffstetter, *Saurillus* Owen et d'autres du Jurassique supérieur (Kimméridgien) du Portugal (*Becklesius* Estes, *Saurillodon* Seiffert). *Paramacellodus* est aussi connu dans le Jurassique supérieur d'Amérique du Nord (*Paramacellodus* sp., PROTHERO et ESTES, 1980).

ROCEK (1984) suggère que les Cordyloidea ont peuplé l'Europe depuis le Jurassique jusqu'au Tertiaire sans interruption, bien qu'aucun membre de la famille ne soit connu dans le Crétacé (fig. 10). En revanche, ESTES (1982) pense que les Paramacellodidae se seraient fragmentés au Crétacé (vicariance) pour donner, en Amérique, les Xantusiidae, et en Afrique et à Madagascar les Cordylidae. Dans cette hypothèse les Cordylidae du Tertiaire européen seraient des immigrants africains.

Qu'apportent dans cette discussion les deux espèces du Quercy ?

Elles montrent que très vraisemblablement les Cordylidae ont occupé l'Europe centrale et l'Europe de l'Ouest durant tout l'Éocène. Le genre *Pseudolacerta* est signalé dès l'Éocène inférieur de Dormaal en Belgique, et, suivant l'opinion d'ESTES (1982), la venue des Cordylidae depuis l'Afrique remonterait au moins à cette période (l'absence de Cordylidae dans le Tertiaire américain indique qu'ils n'ont curieusement pas participé aux échanges de faunes, si nombreux entre l'Europe et l'Amérique du Nord durant l'Éocène).

Elles montrent aussi que les Cordylidae ont disparu d'Europe de l'Ouest avant l'Oligocène. On peut penser qu'il en a été de même en Europe centrale, et dans ce cas leur présence dans le Miocène inférieur de cette région correspondrait à une autre arrivée d'immigrants, sans doute africains eux aussi. Le Miocène inférieur et moyen de l'Europe centrale est aussi connu pour avoir livré des restes de Chamaeleonidae (*Chamaeleo caroliquarti* Moody et Roceck, 1980, du Miocène inférieur de Tchécoslovaquie, *Chamaeleo pfeili* Schleich, 1984, du Miocène inférieur de Bavière, *Chamaeleo bavariscus* Schleich, 1983, du Miocène moyen de Bavière). ESTES pense que les Chamaeleonidae se sont répandus dans cette région après le retour d'un climat tropical au Miocène inférieur (ESTES, 1982 ; DEMARCQ *et al.*, 1983). Dans le cas des Chamaeleonidae il s'agirait aussi d'une immigration qui pourrait avoir l'Afrique pour origine (rappelons que les Chamaeleonidae actuels occupent l'Afrique, Madagascar, l'ouest de l'Arabie et la péninsule indienne). Mais la méconnaissance actuelle des paléoherpétofaunes africaines (pour les lézards, il n'y a pas de restes connus avant le Miocène : ESTES (1962) et VAN COUVERING (1979) ont décrit un *Gerrhosaurus* dans le Miocène du Kenya) interdit de développer plus avant cette hypothèse.

On ne peut donc exclure que les Cordylidae aient occupé l'Europe centrale durant l'Oligocène. On peut alors imaginer un retrait vers l'Est des Cordylidae pendant l'Oligocène, le groupe quittant l'Europe de l'Ouest mais subsistant en Europe centrale ; ceci nous ramène aux

propositions de ROCEK. Pourtant les différences morphologiques notables qui existent entre *Pseudolacerta* et *Palaeocordylus* ne renforcent guère cette hypothèse.

CONCLUSION

L'histoire des Cordylidae européens pendant le Tertiaire serait rythmée par deux vagues d'immigrations venues d'Afrique. La première arrive à l'Éocène inférieur (peut-être avant) et elle s'éteint lors de la Grande Coupure ; la seconde arrive au Miocène inférieur et disparaît d'Europe à une date indéterminée. En accord avec ceci, et en plus de la communication bien connue entre l'Afrique et l'Eurasie au Miocène inférieur (Orléanien), DE BONIS *et al.* (1985) supposent un échange de faune transtéthysien à la limite Paléocène-Éocène. Il reste que l'on ne peut exclure une permanence des Cordylidae en Europe, depuis le Jurassique supérieur jusqu'au Miocène.

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à un matériel de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc (USTL) et du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) pour les fossiles des Phosphorites du Quercy. M. LOUIS a bien voulu nous confier le matériel de Grisolles. D'autre part, M. J.-C. RAGE m'a donné de nombreux renseignements et conseils pour la rédaction de cette note.

RÉFÉRENCES

BONIS, L. DE, J.-Y. CROCHET, J.-C. RAGE, B. SIGÉ, J. SUDRE et M. VIANEY-LIAUD, 1973. — Nouvelles faunes de Vertébrés oligocènes des Phosphorites du Quercy. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 3e série, n° 174 : 105-113.

BONIS, L. DE, G. BOUVRAIN, E. BUFFETAUT, C. DENYS, D. GERAADS, J.-J. JAEGER, M. MARTIN, J.-M. MAZIN et J.-C. RAGE, 1985. — Contribution des vertébrés à l'histoire de la Téthys et des continents péritéthysiens. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **1** (5) : 781-786.

CROCHET, J.-Y., J.-L. HARTENBERGER, J.-C. RAGE, J.-A. RÉMY, B. SIGÉ, J. SUDRE et M. VIANEY-LIAUD, 1981. — Les nouvelles faunes de vertébrés antérieures à la « Grande Coupure » découvertes dans les Phosphorites du Quercy. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 4e sér., **3** (3) : 245-268.

DEMARCQ, G., R. BALLESIO, J.-C. RAGE, C. GUÉRIN, P. MEIN et H. MEON, 1983. — Données paléoclimatiques du Néogène de la vallée du Rhône (France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **42** : 247-272.

ESTES, R., 1962. — A fossil gerrhosaur from the Miocene of Kenya (Reptilia : Cordylidae). *Brevoria*, Mus. Compar. Zool. Harvard Univ., **158** : 1-10.

— 1982. — The fossil record and early distribution of lizards. Advances in Herpetology and Evolutionary Biology. Mus. Comp. Zool. Harvard Univ., p. 365-398.

— 1983. — Sauria terrestria, Amphisbaenia. Handbuch der Paläoherpetologie. Teil 10A, 249 p., Fischer Verlag, Stuttgart.

ESTES, R., J. GAUTHIER et K. DE QUEIROZ. — Phylogenetic relationships within Squamate Reptiles. (*Sous presse.*)

ETHERIDGE, R., 1967. — Lizard caudal vertebrae. *Copeia*, n° 4 : 669-720.

FAHLBUSCH, V., 1975. — Report on the international symposium on mammalian stratigraphy of the European Tertiary. *Newsl. Stratig.*, **5** : 160-167.

FILHOL, H., 1877. — Recherches sur les Phosphorites du Quercy. Pt. II. *Annls Sci. géol.*, **8** : 1-338.

GERVAIS, P., 1859.— Zoologie et paléontologie françaises. 2 éd. Paris, 2 vol.

GINSBURG, L., 1970. —Les Reptiles fossiles. *In* P. P. GRASSÉ, Traité de zoologie. Paris. **14** (fasc 3) : 1161-1332.

GODINOT, M., F. DE BROIN, E. BUFFETAUT, J.-C. RAGE et D. RUSSELL, 1978. — Dormaal, une des plus anciennes faunes éocènes d'Europe. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, **287** : 1237-1276.

HOFFSTETTER, R., 1942. — Sur les restes de Sauria du Nummulitique européen rapportés à la famille des Iguanidae. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, **14** : 233-240.

— 1944. — Sur les Scincidae fossiles. I. Formes européennes et nord-américaines. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, **16** : 547-553.

— 1955. — Squamates de type moderne. *In* : J. PIVETEAU, Traité de paléontologie. **5** : 606-662.

— 1961. — Squamates. *Notes Mém. Serv. Mines Carte géol. Maroc*, **155** : 95-101.

— 1962. — Revue des récentes acquisitions concernant l'histoire et la systématique des Squamates. *Colloques int. Cent. natn. Rech. scient.*, **104** : 233-279.

— 1967. — Coup d'œil sur les Sauriens (= Lacertiliens) des couches de Purbeck (Jurassique supérieur d'Angleterre). *Colloques int. Cent. natn. Rech. scient.*, **163** : 349-371.

KUHN, O., 1940. — Die Placosauriden und Anguiden aus dem mittleren Eozän des Geiseltales. *Nova Acta Leopoldina* (n.f.), **8** : 461-486.

LYDEKKER, R., 1888. — Catalogue of Fossil Reptiles and Amphibians in the British Museum, London.

MOODY, S., and Z. ROCEK, 1980. — *Chamaeleo caroliquarti* (Chamaeleonidae, Sauria) : a new species from the lower Miocene of central Europe. *Vest ústřed. Úst. geol.*, **55** : 85-92.

OWEN, R., 1854. — On some fossil reptilian and mammalian remains from the Purbecks. *Q. Jl. geol. Soc. Lond.*, **10** : 420-433.

PROTHERO, D., and R. ESTES, 1980. — Late Jurassic Lizards from Como Bluff, Wyoming, and their palaeobiogeographic significance. *Nature*, **286** : 484-486.

RAGE, J.-C., 1978. — Squamates. *In* : La poche à phosphate de Ste Néboule (Lot) et sa faune de vertébrés du Ludien supérieur. *Palaeovertebrata*, **8** : 167-326.

— 1984. — La « Grande Coupure » Éocène/Oligocène et les herpétofaunes (amphibiens et reptiles) : problème du synchronisme des événements paléobiogéographiques. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **26** (6) : 1251-1257.

ROCEK, Z., 1984. — Lizards (Reptilia : Sauria) from the lower Miocene locality Dolnice (Bohemia, Czechoslovakia). *Rozpr. čsl. Akad. Věd.* : 1-69.

SCHLEICH, H.-H., 1983. — Die mittelmiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. *Chamaeleo bavariscus* sp. nov., ein neuer Nachweis aus dem Jungtertiär Süddeutschlands. *Mitt. bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **23** : 77-80.

— 1984. — Neue Reptilienfunde aus dem Tertiär Deutschlands. *Chamaeleo pfeili* sp. nov. von der untermiozänen Fossilfundstelle Rauscheröd/Niederbayern (Reptilia, Sauria, Chamaeleonidae). *Mitt. bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **24** : 97-103.

SEIFFERT, J., 1973. — Upper Jurassic Lizards from central Portugal. *Mém. Serv. géol. Port.*, **22** : 1-85.

STEFANO, G. DE, 1903. — I sauri del Quercy appartenanti alla collezione Rossignol. *Atti Soc. ital. Sci. nat.*, **42** : 382-418.

VAN COUVERING, J., 1979. — More fossil gerrhosaurs from the Miocene of Kenya (Reptilia : Cordylidae). *Copeia*, 1979 (1) : 172-174.

WERMUTH, H., R. MERTENS et W. HENNIG, 1968. — Das Tierreich, Lieferung 87 : 1-30.

ZITTEL, K.-A., 1893. — Traité de paléontologie. Paris, p. 1-894.

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 4[e] sér., **9**, 1987,
section C, n° 2 : 197-252.

Study of the Pikermi hipparions
Part I : Generalities and taxonomy

by George D. KOUFOS

Abstract. — The study of Pikermi hipparions is to be published in two parts. The present paper (Part I) is devoted to general informations about the site and its taphonomy, the history of the excavations, the history of the taxonomy of Pikermi hipparions, as well as to a detailed description of the recognized species. The corresponding biometrical data on skulls, teeth, and limb bones are given in 47 statistical tables. Most of the data and observations were collected according to the recommendations of the International *Hipparion* Conference (New York, 1981). Two species are recognized : the medium-sized *H. mediterraneum* with slender and elongated metapodials, and the large-sized *H. brachypus* with robust and short metapodials. Because the material is relatively rich and described in detail according to the international recommendations, it is proposed that *H. mediterraneum* be used as a standard, reference species, in all forthcoming studies on hipparions.

In a paper to be published later on (Part II), the two species will be compared each with the other and discriminated by photographs, scatter diagrams and ratio diagrams (using *H. mediterraneum* as reference) for the skulls, teeth, and skeletal material. The changes in the morphology and dimensions of the teeth due to wear will also be studied in detail.

Résumé. — Ce travail consacré aux hipparions de Pikermi est fondé sur l'étude du matériel conservé au Muséum national d'Histoire naturelle (collection GAUDRY) et au British Museum of Natural History (collection WOODWARD). Ce matériel constitue un échantillon représentatif pour les hipparions de Pikermi. Le travail sera publié en deux parties. Le présent article (1[re] partie) est consacré aux généralités concernant le site, l'historique des fouilles et de la taxonomie des hipparions ainsi qu'à l'étude détaillée des espèces reconnues. Les localités fossilifères de Pikermi sont connues depuis 1835 et ont fait l'objet de nombreuses fouilles; les plus récentes, conduites par l'Université d'Athènes ont encore découvert de nouveaux sites. Le transport et l'accumulation d'une si grande quantité de fossiles dans les fameux limons rouges ont été interprétés de différentes façons; on admet actuellement que des sécheresses prolongées auraient provoqué la mort des animaux près des derniers points d'eau. Leurs restes auraient ensuite été ensevelis dans ces mêmes bassins (après de légers déplacements) à nouveau remplis durant des périodes pluvieuses. Les hipparions constituent une grande partie de la faune et ont été décrits sous des noms divers mais ils n'ont jamais fait à eux seuls l'objet d'une étude détaillée. Dans ce travail, leur description est abordée en suivant les recommandations de la Conférence Internationale sur les hipparions (New York, 1981); les données concernant les crânes, les dents et les os des membres sont réunies en 47 tableaux statistiques. Deux espèces ont été reconnues : *H. mediterraneum*, espèce de taille moyenne et de proportions élancées, et *H. brachypus*, espèce de grande taille aux propostions massives. Grâce à la richesse du matériel, décrit pour la première fois selon des normes internationales, *H. mediterraneum* (forme classique du Turolien de la Méditerranée orientale) peut être proposé comme espèce de référence pour les futures comparaisons entre hipparions.

Un prochain article (2[e] partie) comparera entre elles les deux espèces de Pikermi et donnera les moyens de discriminer leurs crânes, dents et os des membres à l'aide de photographies, de diagrammes de dispersion et de diagrammes des rapports (où *H. mediterraneum* sert de référence). L'effet de l'usure sur divers paramètres dentaires sera aussi étudié en détail pour les deux espèces.

G. D. KOUFOS, *Aristotelian University of Thessaloniki, Department of Geology and Physical Geography, 54006 Thessaloniki, Greece.*

A — GENERALITIES

Introduction

Pikermi is one of the most famous Upper Miocene mammal localities and has yielded a lot of material, which now is stored in various European museums. The fauna of Pikermi is very rich and contains a lot of species. Among them hipparions are the most abundant. The Pikermi hipparions will be studied in this work, which is part of a revision of the genus *Hipparion* in Greece (Koufos, 1986).

Up to now, the Pikermi hipparions have not been studied alone but always with material from other localities, except in some very old articles, which will be referred to further on. Thus the revision of this material is necessary. On the other hand the Pikermi material can be used as a standard for comparisons between various specimens from Greek and European localities.

The material studied in this work is classified into two species and a detailed description of each species is given. Afterwards, the two species are compared each with the other. The changes of the teeth dimensions as well as of some morphological characters with the wear are given. Tables of measurements for the teeth and the other skeletal elements of each species are given too. Before going on with these chapters I think that it is usefull to give the historical data about the excavations at Pikermi as well as the interpretations of the other authors about the Pikermi hipparions.

This work will be published in two parts. The first part contains the chapters : Generalities, Taxonomy and the tables with the measurements. The second part will contain the chapters : Comparisons of the Pikermi hipparions, Odontograms, Conclusions, the bibliography and the illustrations.

History of Pikermi

The English archaeologist George Finlay found the first fossils at Pikermi in 1835 and collected some of them with Lindermayer. This small collection was given to the Society of Naturalists in Athens and studied by J. Roth in 1837. Three years later a Bavarian soldier, hunting in the Pikermi area, found some bones. Inside them there were some calcite crystals and the soldier thought they were diamonds. He took the bones to Munich and gave them to A. Wagner, who recognized a fragment from the skull of a monkey among them. Lindermayer, a doctor, continued to send bones to Munich and during the winter of 1852-53 J. Roth formed a large collection. All these fossils were described by J. Roth and A. Wagner (1855).

The excavations were continued by H. Mitzopoulos and the recovered fossils, were brought to the University of Athens. At the same time (1854), Dr. Chaeretis collected some fossils and sent them to Paris. These fossils prompted the French Academy of Sciences to

begin a large-scale expedition from 1855 to 1860. The excavations were directed by GAUDRY and LARTET. All the material recovered is now stored in MNHN. At the same time some small collections were sent to Munich and published by A. WAGNER (1857).

In 1882, W. DAMES excavated at Pikermi and gave the fossils to the University of Berlin. Three years later, in 1885, N. NEUMAYER and L. VON TAUSCH made excavations funded by the Academy of Sciences of Vienna. In 1886, Professor Th. SKOUPHOS excavated at Pikermi. Still later, in 1902, A. WOODWARD with Th. SKOUFOS excavated at Pikermi and the fossils found were sent to the BMNH. This collection, stored now in BMNH is very large and rich. Th. SKOUFOS excavated many times for the University of Athens till 1912 when O. ABEL came to Greece and excavated with money given by the Academy of Sciences of Vienna. After that the excavations in the Pikermi ravine stopped for about sixty years.

In 1972, the University of Athens and the Natural History Museum of Vienna began a new series of excavations. These excavations were not made in exactly the same ravine where all previous excavations had been carried out but in a site about 2 Km east of it (MARINOS & SYMEONIDIS, 1974). The recent excavations are continuing and have yielded a lot of material which is still unpublished except a study on metapodials (DERMITZAKIS, 1976).

This historical review of the excavations shows the importance of this locality. Pikermi is used as a standard for the dating of the other localities and is important for the study of Mediterranean Neogene. The Greek government has realized the importance of Pikermi which now is a protected area, free from buildings, something like an open museum.

LOCALITY AND TAPHONOMY

The classical localities of Pikermi in which all old expeditions excavated are situated near the village of Pikermi, about 20 Km east of Athens (fig. 1). The localities are situated along the ravine of Megalo Rema about 0.5 Km from the village and at a depth of about 20 m (MITZOPOULOS, 1894). The recent excavations are being carried out near the clay-pit of Chomateres, close to the Kisdari summit (fig. 1) about 2 Km east of the old localities (MARINOS & SYMEONIDIS, 1972, 1974).

The old excavations were made alongside the ravine of Megalo Rema. Some good information about the beds are given by MITZOPOULOS (1894). The deposits mainly consist of conglomerates and red clay known for a long time under the name of "Pikermi-clay". The conglomerates consist of pebbles of marble, limestone, schist and quartz. The red clay is not homogeneous; in some places it is marly or sandy and sometimes it changes into sandstone. The walls of Megalo Rema ravine consist of alternating beds of conglomerates, breccias and red clay (fig. 2) which are usually horizontal. The fossils are concentrated as lenticular intercalations into the red clay and have a maximum thickness of about 0.5 m. All those who worked at Pikermi, gave the same description of the accumulation of bones, which is probably due to a fluaviatile-torrential transportation.

The concentration of bones, belonging to a very large number of different animals in the same place, is a problem which a lot of scientists have tried to explain. NEUMAYER (1887) explained the accumulation of bones as the result of a very intense drought which affected all animals in the area, especially the herbivores. After that period heavy rainfalls carried away the bones along with the red clay and formed the local lenticular accumulations of bones at

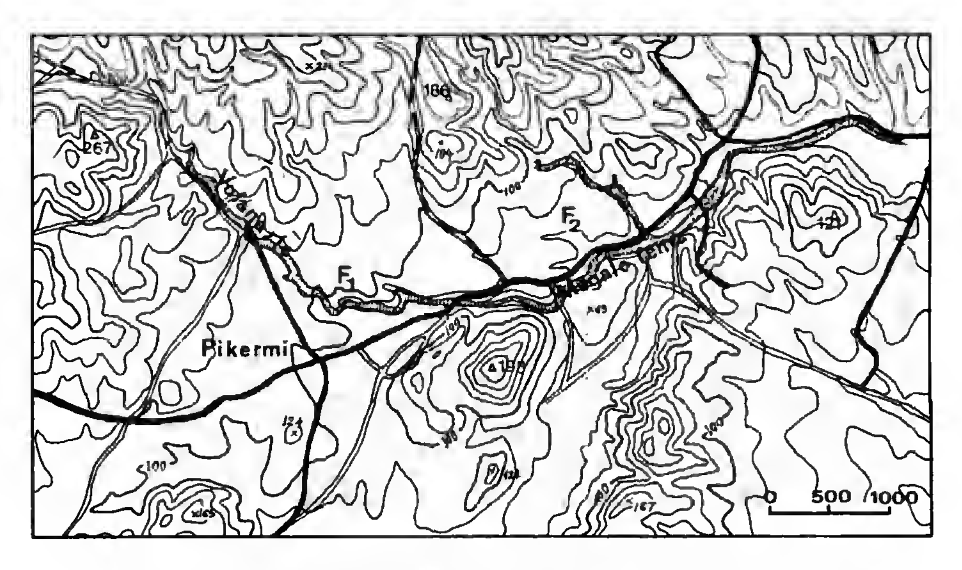


FIG. 1. — Map of the Pikermi area with the old (F_1) and the new (F_2) localities.

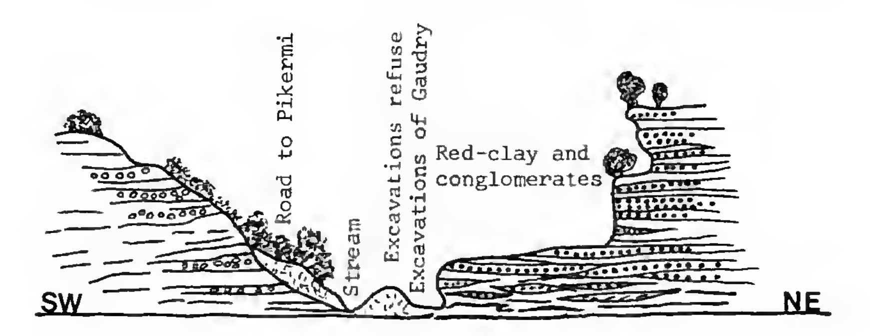


FIG. 2. — Cross-section of the ravine Megalo Rema (GAUDRY, 1862-67).

Pikermi area. LEPSIUS (1893) considered that the lenses of fossils represent feeding places of carnivores (water-pools where herbivores used to drink water). ABEL (1927) explained the accumulation as the result of steppefires. The animals trying to go away from the area fell down the steep slopes of Pentelikon and then were transported by water. He based this assumption on the numerous broken bones of herbivores. NEUMAYER's theory was later adopted by VON KOENIGSWALD (1955) and ZAPFE (1969).

The new localities at Chomateres allowed another hypothesis about the origin and accumulation of bones at Pikermi (MARINOS & SYMEONIDIS, 1974; SYMEONIDIS *et al.*, 1973, 1979). They assumed that in this area there were flat basins into which the red clay of Pikermi was washed down by the seasonal rainfalls. These flat basins had dried up before any lacustrine life developed. During the droughts a large number of animals died around the last water-bearing pools in their effort to find water. Moreover the carnivores attacked the other

animals, as it is clear by the number of fossils which preserves the traces of the attack. Later these temporary basins were filled with water and the bones were concetrated in certain places by slight water movements and were covered by the red-clay. This hypothesis agrees with the " Messinian salinity crisis ", which represents a drying phase of Mediterranean.

The Pikermi hipparions : history of the systematics

The hipparions are very abundant in the Pikermi material and they are very frequently mentioned in the various articles about Pikermi. A variety of generic and specific names have been proposed for the Pikermi hipparions, and a different number of species is mentioned by the various authors.

In 1848, A. Wagner studied the Pikermi material collected by Roth and Lindermayer as well as other small collections and referred to all the material of hipparions under the name *Equus primigenius* (*Hippotherium gracile*) (Wagner, 1848). This name was used by Kaup for the hipparion of Eppelsheim. Thus, Wagner considered the Pikermi hipparion similar to that of Eppelsheim and recognized only one species. He described a complete skull with the mandible and some bones. The comparison of this skull with those I have studied shows that it belongs to *H. mediterraneum*.

Some years later a more complete study of the Pikermi fauna was presented by Roth & Wagner (1855). All the material of hipparions was considered to belong to one species named *Hippotherium gracile* var. *mediterraneum*. Some isolated teeth, a series dp^2-dp^4 and some bones were studied. The length of the milk toothseries (96.5 mm) as well as the high enamel plication of some isolated teeth (Roth & Wagner, 1855, Tab. XI, Fig. 3, 4) allow us to suppose that these specimens probably belong to the large-sized form of Pikermi.

Five years later a more detailed study of the Pikermi hipparions was carried out by Hensel (1860). He described all the material under the name *H. mediterraneum*. It is the first appearance of the name *mediterraneum* as a specific name and this reference of *H. mediterraneum* is the best known. Beside the detailed study of the whole skeleton, the most important fact is that Hensel distinguished the Pikermi hipparions from that of Eppelsheim to which he referred under the name *H. gracile* (*Hippotherium gracile*).

A little later Hensel again studied some metapodials from Pikermi (Hensel, 1862) and recognized two different species. The already known *H. mediterraneum* with long and slender metapodials and a new one with short and robust metapodials, named *H. brachypus*. This is very important because it is the first recognition that there are two different *Hipparion* species in Pikermi. Gaudry (1862-67) in his study of the Pikermi fauna included all the hipparion material in a single species under the name *H. gracile* but distinguished two forms according to the morphology of the metapodials. He states " Les hipparions de Pikermi se séparent en deux variétés : l'une dont les métacarpiens et les métatarsiens sont longs et minces (pl. XXXV, fig. 8, 14, et pl. XXXVI), l'autre dont les métacarpiens et les métatarsiens sont plus courts et à la fois plus gros (pl. XXXV, fig. 7, 13) ". Nevertheless he did not notice any differences in the skulls and teeth and he did not classify the material into species considering the extremes as different " types " of the same species. The material described by Gaudry does belong to twc species and has been studied in this work.

The material collected by N. Neumayer and L. v. Tausch during their expedition in 1885

was studied by A. WEITHOFER (1888). He mentioned all the material, which is considerably rich, and described parts of almost the whole skeleton, as belonging to a single species, under the name *H. gracile*.

After that and for many years there were no publications about the Pikermi hipparions until 1952 when once more GROMOVA revised the hipparions found in Russia and Europe. She had not seen the Pikermi material and depended only on the bibliography; she gave a description of the Pikermi material and a comparison of it with the Russian and European hipparions. She included all the material in one species under the name *H. mediterraneum* but she also discussed HENSEL's opinion about the two species. Finally she concluded that a revision and more detailed study of the Pikermi *Hipparion* species would be useful.

Four years later, PIRLOT (1956) studied the Pikermi hipparions. He considered that the population of Pikermi is heterogeneous but he could not classify the material into species, although from the study of skulls he distinguished two forms, one named *mediterraneum* and the other *gracile*. He also tried to explain the two different groups of metapodials as a result of sexual dimorphism but after a comparison with the recent material he admitted that this explanation was impossible.

More recently, FORSTEN (1968) revised the Old World hipparions and distinguished two species in the Pikermi material. One large-sized with short and robust metapodials and another middle-sized with elongated and slender metapodials. She determined the large form as *H. primigenius* because of its size, proportions, and morphology and considered it to correspond to *H. brachypus* of HENSEL (1862). The other form was identified as *H. mediterraneus mediterraneus*.

DERMITZAKIS (1976) studied some metapodials of the Pikermi hipparions and based on the size of the distal articulation surface, he distinguished two species but did not propose any specific names.

WOODBURNE & BERNOR (1980), basing themselves on the morphology of the preorbital fossa, distinguished four groups of *Hipparion* in Europe; three of them are present in Pikermi with the species *Hipparion* sp., *H. mediterraneum*, *H.* cf. *prostylum* and ?*H. proboscideum*.

MATERIAL AND METHODS

The material studied is that stored in the MNHN and BMNH. The material of BMNH was collected by A. WOODWARD (1901) and I studied it during my visit to London, in 1982. The MNHN material belongs to the GAUDRY collection and I studied it, in 1983, during my visit to Paris. The measurements of some metapodials, stored in the University of Athens were given to me by Dr V. EISENMANN.

The study was made according to the recommendations of the International *Hipparion* Symposium (EISENMANN *et al., in press*). The carpals and tarsal (except the astragalus and calcaneum) were measured according to the system of GROMOVA (1952). To the measurements of the mandible I have added the distema p_2-i_3 (measurement 16), because it is useful when the incisors are broken, and can give an estimation of the snout length (EISENMANN *et al.*, 1985).

The cheek teeth are classified into four groups (I^{st}, IInd, III^{d}, IVth) dividing the tooth's height by 4 and each group represents a different wearing stage. The height is measured at the parastyle or parastylid. The hypsodonty index has been calculated for

unworn or very little worn $p^{3,4}_{3,4}$ an $dm^{1,2}_{1,2}$ dividing the length at mid-height (Lm) by the height of the tooth (H), ($\frac{Lm}{H}$ × 100). SONDAAR (1961) calculated the hypsodonty index dividing the heigh (H) by the length at 10 mm from the base (Lb), ($\frac{H}{Lb}$ × 100). The enamel plications are counted separately for the anterior and posterior walls of the pre- and post-fossette and for the pli(s) caballin. For the lower cheek teeth the enamel plications are also counted separetely for the anterior and posterior borders of the preflexid, the anterior one of the postflexid and for the pli caballinid. They are given as GROMOVA's enamel formula; for example, $\frac{3,\ 6,\ 5,\ 1}{2}$ and it means 3 plis on the anterior wall and 6 on the posterior wall of the prefossette, 5 plis on the anteriorwall and 1 on the posterior wall of the postfossette, and 2 plis caballin. The plication number may also be used (FORSTEN, 1968). This number is the sum of the plication in each tooth. The preflexid or postflexid index is calculated for the lower cheek teeth, dividing the preflexid or postflexid length (Lprfl or Lptfl) by the occlusal length (Lo) of the tooth.

The material was compared by using the ratio diagrams proposed by SYMPSON (1941). The value of each measurement is first converted into a decimal logarithm. The differences between the logs of a standard species and those of any studied specimen are calculated and plotted on a diagram in which zero-line represents the standard species. These ratio diagrams express at the same size and proportions of the species compared. *H. mediterraneum* of Pikermi is used as the standard species in these ratio diagrams. The material of *H. mediterraneum* is a good sample and I think that it can be used as a standard of comparisons for any *Hipparion* material.

Abbreviations

B = breadth; b = 10 mm from the base of the tooth; DAP = anteroposterior diameter; DT = transverse diameter; E.F. = enamel formula; L = length; m = middle of the tooth's height; max = maximum observed value; min = minimum observed value; n = number of measured specimens; o = occlusal surface; p = protocone; prfl = pre-flexid; ptfl = post-flexid; s = standard deviation; v = coefficient of variation; W.S. = stage of wear; $\bar{X}$ = mean value.

BMNH = British Museum (Natural History), London; MNHN = Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

B — TAXONOMY

Order PERISSODACTYLA Owen, 1848

Famili EQUIDAE Gray, 1821

Genus **HIPPARION** Christol, 1832

Hipparion brachypus Hensel, 1862

SYNONYMS

1848 — *Equus primigenius* Wagner (part of the material).
1855 — *Hippotherium gracile* var. *mediterraneum* Roth & Wagner (part of the material).
1862 — *Hipparion brachypus* Hensel.
1862-67 — *Hipparion gracile* Gaudry (part of the material).
1888 — *Hipparion gracile* Weithofer (part of the material).
1952 — *Hipparion mediterraneum* Gromova (part of the material).
1956 — *Hipparion* form *gracile* Pirlot.
1968 — *Hipparion primigenius* Forsten.

LOCALITY : Pikermi, Greece.

HORIZON : Turolian (Late Miocene).

TYPES : Some metapodials described by HENSEL (1862) who was the first to classify the Pikermi material into two groups. The one with short and robust metapodials received the name of *H. brachypus*. This name must be the specific name of the large hipparion of Pikermi whose metapodials have the same morphology and dimensions as those described by HENSEL. The location of this material is unknown. In Münich, there is a cast of a forefoot, figured by ABEL (1927), which could possibly be considered as the lectotype of *H. brachypus*, (HEISSIG, *pers. comm.*). Should the original of the cast be lost as well as the rest of HENSEL's syntypes, I propose as neotype the associated metacarpals BMNH, M.11240 (pl. VII.2) and as topotypes, the associated metatarsals BMNH, M.11265 (pl. VIII.2) and some metapodials of the GAUDRY collection of the Muséum national d'Histoire naturelle : PIK 42, 46, 48, 52, 54, 59, 104.

DIAGNOSIS : Size large; skull elongated with a wide muzzle; preorbital fossa situated far from the orbits; narrow choanae; mandible with a long, narrow muzzle and an elongated symphysis; highly plicated upper cheek teeth; elliptical protocone usually not connected with the protoloph; 2-3 small plis caballin; elliptical hypocone; lower cheek teeth with protostylids; crenelated or plicated borders of the flexids; rare pli caballinid; first upper premolar may be present both in young and adult individuals; bones robust with large dimensions; metapodials short and robust.

DESCRIPTION

1. **Skull** (table 2)

The skull is large with an elongated face. The narial opening (measure 30) is long and the naso-incisival notch, above the p^2, is moreover situated very far from the orbit (measurement

31). The muzzle is specially wide at the level of the diastema (measurement 14). The frontal breadth is large (measurement 18). The *crista facialis* usually ends above the metacone of p^4. The brain cast is cylindrical, small, and posteriorly inclined.

The orbits are rounded, well delimited and their anterior border is situated far at the back of the posterior end of m^3. The preorbital fossa is simple, usually oval with well defined borders except anteriorly. There is a pocket, situated at the posterior border of the preorbital fossa and directed posteriorly below the orbits. This pocket is variously developed. I have seen the same pocket in the type skull of *H. catalaunicum*, in which it is well developed and extended to all the posterior border of the preorbital fossa. It is also present in a skull of the MNHN found in Thessaloniki (Slq-77), in which it is double and well developed. The infraorbital foramen is not so conspicuous, although it is visible in some skulls. The preorbital fossa is situated far from the orbit (measurement 32) ans its long axis is usually parallel to the axis of the skull.

The choanae are usually narrow (measurement 12) and their anterior border is situated between the middle of m^1 and m^2. The palate is wide and elongated; its maximum width is between p^4 and m^1. The average index 2/13 (palatal length × 100/maximum breadth of the palate) is of 221.5.

The juvenil skulls are similar in morphology and relative dimensions to the adult ones.

2. **Mandible** (table 3)

The mandible is large, elongated and high. The breadth of the muzzle is relatively small. The average index 2/7 (muzzle length × 100/breadth at the posterior borders of the i_3) is of 253.7. This high index indicates an elongated and narrow muzzle. The symphysis is elongated (measurement 13).

3. **Milk teeth**

The upper milk teeth (table 4) are large and elongated with unconnected and closed fossettes. The prefossette of the little worn teeth is usually open at the pli caballin, while the postfossette is open posteriorly but as the wear is going on, the fossettes close. The enamel plication is usually high (large plication number) and it depends from the stage of wear : it is low in the less worn and very worn teeth and high in the moderate wearing stages. The protocone is elliptical or rounded and usually isolated, although, in the very worn teeth, it is connected to the protoloph. The plis caballin are large, well developed (1-4 plis, usually two). The hypocone is elliptical and in the less worn teeth it is narrow and angular posteriorly. It has a very well developed and deep distal groove and a slightly developed lingual groove, which is present in all teeth. dp^1 is present in 90 % of the specimens (8 of 9 available specimens have a dp^1). It is strong, single-rooted, somewhat flat and with a sinus lingually. The average dimensions of the dp^1 are of 12.7 × 8.1 mm.

The lower milk teeth (table 15) are large and narrow with well developed and large hypoconulids, so that their shape is elongated. The parastylid is well developed and a strong simple-triple protostylid is usually present in $dp_{3,4}$. The protostylid of the very worn teeth is connected to the parastylid. The metaconid is usually triangular or elliptical, the metastylid triangular or rounded and the entoconid elliptical. The enamel at the pre- and post-flexid

flexid borders is usually crenelated and plicated (1-3 plis). A simple pli caballinid is usual with a frequency of 58.5 %. The ectostylid is large, well developed, sometimes double or triple and present in all teeth. The lingual depression is shallow and U- or V- shaped. The labial one is narrow and deep, reaching the lingual one in $dp_{3,4}$ and the posterior border of the preflexid in dp_2. dp_1 is present with a frequency of 55.5 %. It is small, cylindrical and single-rooted.

4. Permanent cheek teeth

The upper cheek teeth (tables 6, 8, 10, 12, 14) are large with closed and unconnected fossettes, except sometimes in p^2 : 27.5 % of p^2 with connected fossettes. The enamel plication is rich and the plis are narrow and deep. The protocone is elliptical and isolated except in the extremely worn teeth (IVth stage of wear) in which it is connected to the protoloph, usually in p^2 and m^1. The pli caballin is small with 1-4 plis. The hypocone is elliptical with a shallow and usually narrow distal groove. The lingual hypoconal groove is absent except in m^3, although in some teeth there is a slight curving of the enamel in its position. This feature is also known from the teeth of the Upper Vallesian locality "Ravin de la Pluie" (RPl) of the lower Axios valley, near Thessaloniki (KOUFOS, 1986). Some specimens preserve a small, single rooted dp^1, but the frequency of its presence (30.7 %) is remarkably smaller than that of the milk toothseries (90 %).

The lower cheek teeth (tables 17, 19, 21, 23, 25) are large, elongated and the premolars are wider than the molars. The parastylid is moderately developed with a protostylid which is isolated in most teeth and connected to the parastylid in the worn teeth. The metaconid is rounded or elliptical, the metastylid triangular or elliptical and the entoconid elliptical or quadrangular. The borders of the flexids are crenelated and plicated. The enamel plication is remarkably rich in some specimens. The ectostylid is absent and the pli caballinid is rare, although there is a simple or double pli caballinid in some premolars. The labial depression is narrow and in the premolars it reaches the posterior border of the preflexid, while in the molars it is deeper and reaches the lingual one. The lingual depression is shallow, and U-shaped. The hypoconulid is well developed and large, especially in the molars. dp_1 is usually absent : only one of the seventeen available specimens has a dp^1 (6 %).

The data about hypsodonty are few and the hypsodonty indices (see methods) are only approximate because of the small number of measurable teeth. The calculated hypsodonty indices are :

		$\frac{Lm}{H} \times 100$				$\frac{H}{Lb} \times 100$		
	n	min.	mean	max.	n	min.	mean	max.
$p^{3,4}$	1	—	75	—	3	(194)	201.5	(214)
$m^{1,2}$	2	(40)	43.5	(47)	9	(216)	233.0	(267)
$p_{3,4}$	—	—	—	—	2	(196)	199.5	(203)

5. **Limb bones** (tables 26-47)

The limb bones of *H. brachypus* are usually large and robust; their comparison with those of *H. mediterraneum* will be given in the Part II. The metapodials are relatively short (height Mc_{III}/height radius × 100 = 75; height Mt_{III}/height tibia = 71) and robust (the index 11/1 for Mc_{III} is 17.90 and for Mt_{III} 16.0). The metatarsals have a small facet for cuneiform II, which sometimes is well developed, sometimes very small and rarely absent. The keel index (Sen *et al.*, 1978) is 117.6 for Mc_{III} and 124.7 for Mt_{III}.

Hipparion mediterraneum (Roth & Wagner, 1855)

Synonyms

1848 — *Equus primigenius* Wagner (part of the material).
1855 — *Hippotherium gracile* var. *mediterraneum* Roth & Wagner (part of the material).
1860 — *Hipparion mediterraneum* Hensel (part of the material).
1862 — *Hipparion mediterraneum* Hensel.
1862-67 — *Hipparion gracile* Gaudry (part of the material).
1888 — *Hipparion gracile* Weithofer (part of the material).
1952 — *Hipparion mediterraneum* Gromova (part of the material).
1956 — *Hipparion* form *mediterraneum* Pirlot.
1968 — *Hipparion mediterraneus mediterraneus* Forsten.

Locality : Pikermi, Greece.

Horizon : Turolian (Late Miocene).

Types : Holotype not known because Roth & Wagner (1855) based their description on some isolated teeth and a series of dp_2-dp_4. Lectotype chosen by Forsten (1968 : 41) : skull with associated mandible described by Wagner (1848, Tab. 1, Fig. 1) as *Equus primigenius* and later referred to by Roth & Wagner (1855 ; 438-439) as *H. gracile* var. *mediterraneum*.

Diagnosis : Size middle; skull short with narrow muzzle; preorbital fossa situated near the orbits; elliptical and wide choanae; mandible with short and narrow muzzle; short symphysis; moderately plicated upper cheek teeth; subtriangular-elliptical protocone free from the protoloph; elliptical hypocone with well developed distal hypoconal groove; usually single and small or absent pli caballin; lower cheek teeth with small and rare protostylids; enamel of the flexids simple; pli caballinid very rare; first premolar usually absent; bones slender and small; metapodials elongated and slender.

Description

1. **Skull** (table 1)

The skull has a short face. The narial opening (measure 30) is short and the naso-incisival notch (above p^2) is situated close to the orbit (measure 31). The muzzle is narrow, specially at the level of the diastema (measure 14). The frontal breadth is relatively small (measure 18). The crista facialis usually ends above the anterior end of m^1 or the posterior end of p^4. The brain cast is small, cylindrical, and posteriorly inclined.

The preorbital fossa is triangular or oval, simple and well delimited especially posteriorly. In one skull of MNHN (PIK-259), it is double; the second fossa is situated in front of the main one. The pocket at the posterior border of the fossa and the infraorbital foramen are well developed in most of the skulls. The long axis of the preorbital fossa usually forms an angle of about 45° with the axis of the skull. The distance between orbit and preorbital fossa is small (measurement 32).

The choanae are usually elliptical and very wide (measurement 12); their anterior border is situated behind the middle of m^2. The palate is usually elliptical and its maximum breadth is between p^4 and m^1. The average index 2/13 is of 197. The general shape and the relative dimensions of the juvenile skulls of *H. mediterraneum* are similar to those of the adult ones. The juvenile skulls of *H. brachypus* have about the same dimensions as the adult ones of *H. mediterraneum*.

2. **Mandible** (table 3)

The mandible is short, small and the height of the horizontal rami is small. The muzzle is very short (measurements 2 and 16) and its breadth at the diastema (measurement 14) is relatively small. The average index 2/7 is of 219.3. The symphysis is short (measurement 13).

3. **Milk teeth**

The upper milk teeth (table 4) are small with unconnected and closed fossettes. Although in the less worn teeth the prefossette is open anteriorly and at the pli caballin, while the postfossette is open posteriorly. As the wear is going on the fossettes close. The enamel plication is moderate to simple and the plication number is small. The protocone is elliptical or oval and isolated. The pli caballin is moderately developed and small (1-4 plis, usually 1). The hypocone is usually elliptical and in the less worn teeth assymetrical or narrow and angular posteriorly. It has a well developed and deep distal groove and a rudimentary lingual groove which in some specimens is absent. Six of the twelve specimens with the diastema preserved have a dp^1. It is cylindrical, single-rooted and very small or rudimentary; its dimensions are at mean 8.6 × 7.0 mm.

The lower milk teeth (table 15) are small with moderately developed parastylid and protostylid. The metaconid is elliptical, the metastylid is elliptical-rounded and the entoconid elliptical. The enamel of the flexids is simple and in some cases there is one pli in each flexid. When present, the ectostylid is small and simple. It may be absent or present in the $dp_{3,4}$. A simple pli caballinid may be present but its frequency is small (30.3 %). The lingual depression is shallow and U-shaped while the labial one is narrow and not very deep. The latter usually reaches the posterior border of the preflexid. The dp_1 is very rare with a frequency of 12.5 %. It is very small and single-rooted.

4. **Permanent cheek teeth**

The upper cheek teeth (tables 5, 7, 9, 11, 13) are small with unconnected and closed fossettes except p^2, where the frequency of connected fossettes is 24 %. The enamel plication is simple to moderate and the plis are rounded and shallow. The protocone is subtriangular-

elliptical and always free from the protoloph except in the extremely worn teeth. The pli caballin is simple, very small and sometimes absent. It is slightly larger in the premolars than in the molars. The hypocone is elliptical with a well developed V-shaped distal hypoconal groove. The lingual hypoconal groove is absent in all the teeth except in m^3, in which it is well developed and rounded. dp^1 is absent.

The lower cheek teeth (tables 16, 18, 20, 22, 24) are small and the molars are slightly smaller than the premolars. The parastylid is usually large and well developed with a small and rare protostylid. The metaconid is rounded, the metastylid triangular or elliptical and the entoconid elliptical or quadrangular. The enamel is simple at the flexids and very rarely crenelated. A simple pli caballinid is sometimes present, usually in the premolars. The ectostylid is absent. The labial depression is shallow in the premolars where it reaches the middle of the tooth. In the molars it is narrow, deep and reaches the lingual depression. The latter is shallow, and V- or U- shaped. dp_1 is absent.

The hypsodonty indices for the teeth of *H. mediterranean* are few and give only an indication about the hypsodonty. The hypsodonty indices for the different teeth are :

		$\frac{Lm}{H} \times 100$				$\frac{H}{Lb} \times 100$		
	n	min.	mean	max.	n	min.	mean	max.
$p^{3,4}$	—		—		5	(209)	224.0	(250)
$m^{1,2}$	2	(42)	44.5	(47)	4	(227)	245.0	(273)

5. **Limb bones** (tables 26-47)

The limb bones of *H. mediterraneum* are slender. The metapodials are relatively long (height Mc_{III}/height radius × 100 = 80; height Mt_{III}/height tibia = 77). The small index 11/1 of Mc_{III} (14.9) and Mt_{III} (13.1) shows that the metapodials are relatively slender. The frequency of Mt_{III} lacking a facet for cuneiform II is low and its development is variable. The keel index (SEN *et al.*, 1978) is 119.4 for Mc_{III} and 123.0 for Mt_{III}.

TAXONOMICAL CONCLUSIONS

The morphological characters and the dimensions of the Pikermi hipparions allow to distinguish two species, *H. brachypus* and *H. mediterraneum*. This opinion agrees with that of most authors who studied the Pikermi hipparions. The small-sized hipparion of Pikermi is usually referred to *H. mediterraneum*. The large-sized one is mentioned under various specific names : PIRLOT (1956) refers it to *H. gracile* and FORSTEN (1968) to *H. primigenium*; WOODBURNE & BERNOR (1980) mention it as *Hipparion* sp. and put it in the Group-1, which includes the large Vallesian hipparions. In spite of some similarities with these hipparions, the longer muzzle of *H. brachypus*, its shorter face, the longer distance orbit-preorbital fossa, the lower enamel plication, the higher hypsodonty index, the low frequency of confluent fossettes

in p², as well as some differences in the metapodials (e.g. more developed sagittal keel) distinguish it from the Vallesian large forms (*H. primigenium*, *H. catalaunicum*, *H. koenigswaldi*). The large-sized hipparion of Pikermi possibly represents a younger form, which has evolved from them. HENSEL (1862) described some metapodials from Pikermi under the name *H. brachypus*. The short and robust metapodials of the large-sized hipparion of Pikermi fit with those described by HENSEL in all morphological characters and thus must be considered to belong to that species.

WOODBURNE & BERNOR (1980) and BERNOR *et al.* (1980) refer also *H.* cf. *prostylum* and ?*H. proboscideum* from Pikermi. *H.* cf. *prostylum* would be represented in the Pikermi material by a skull stored in Vienna (A 4673), which according to the morphology of the preorbital fossa, would be similar to *H. prostylum*. I have not seen this skull but the long distance orbit-preorbital fossa (35.7 mm) and the long premolars series (82.9 mm) are similar to those of *H. brachypus* (see table 1). Thus this skull possibly belongs to this species.

The other skull, referred to *H. proboscideum*, is stored in Vienna too (A 4668). Its determination is questionable because most of it is broken; even the preorbital fossa is not complete (WOODBURNE & BERNOR, 1980). The main characters of *H. proboscideum* are the long muzzle, the double preorbital fossa and the short distance orbit-preorbital fossa (STUDER, 1911; GROMOVA, 1952; SONDAAR, 1971). The double preorbital fossa in the skull A 4668 is not clear but may exist. However, the skull of MNHN PIK-259, which belongs to *H. mediterraneum*, has also a double preorbital fossa. The short distance orbit-preorbital fossa of A 4668 (23 mm) falls into the variation of *H. mediterraneum* (20-32.5, mean 25.87 mm) and the short distance i¹-p² (107 mm) in A 4668 is close to *H. mediterraneum* (116.5 mm), far from *H. brachypus* (130 mm) and from *H. proboscideum* (120 mm, Q4 Samos). Thus the skull A 4668 probably belongs to *H. mediterraneum*. The teeth morphology and dimensions should help for a better determination of these two questionable skulls.

Acknowledgments

I wish to thank Prof. Ph. TAQUET and Prof. L. GINSBURG for offering me the privilege of studying the Pikermi material in the collection of the Muséum national d'Histoire naturelle and for their hospitality and assistance.

The interest, encouragement, the long discussions as well as the hospitality of Dr. V. EISENMANN during my visit to Paris have been of great value. Her assistance was continued later in reading my manuscripts, making numerous suggestions and offering constructive criticism on them. For all this I should like to express my warm gratitude to her.

I should also like to thank Mr. D. MOLIN at the Institut de Paléontologie for his help in locating numerous specimens.

I am indebted to Dr. G. BOUVRAIN for her help during my stay in Paris.

I wish to express my gratitude to the Keeper of the British Museum Dr. H. W. BALL for giving me the opportunity to see the abundant Pikermi material, stored in the museum.

I am grateful to Dr. A. GENTRY for his interest, great help and warm hospitality at the British Museum.

I thank Dr. C. STRINGER for his assistance during my visit to the British Museum and Dr. A. CURRANT for his help in locating a lot of specimens in the museum.

This study was been made possible by the support of the Aristotelian University of Thessaloniki, which generously financed my visits to London and Paris.

TABLES

(Measurements and statistics)

Measurements listed in tables 1 and 2.

1. Muzzle length : Prosthion — middle of the line connecting the anterior borders of p^2 ; 2. Palatal length : middle of the line connecting the anterior borders of p^2 to anterior border of choanae; 3. Length from anterior border of choanae to vomer; 4. Length vomer — basion; 5. Post-palatal length : basion — anterior border of choanae; 6. Basilar length : basion — prosthion; 7. Premolar length (alveolar); 8. Molar length (alveolar); 9. Toothseries length (alveolar); 10. Choanal length; 11. Minimal breadth of choanae; 12. Maximal breadth of choanae; 13. Palatal breadth between p^4 and m^1 ; 14. Minimal muzzle breadth; 15. Muzzle breadth : breadth between the posterior borders of i^3 ; 16. Maximal length of fossa temporalis; 17. Distance basion-foramen ethmoidalis; 18. Frontal breadth : between the most external points of the posterior borders of the orbits; 19. Zygomatic breadth : between the most external points of the zygomatic arcs; 20. Greatest breadth of the supra occipital crest; 21. Occipital breadth at paroccipital processes; 22. Occipital height : upper border of the occipital foramen — middle of the supra occipital crest; 23. Anterior ocular line : prosthion — most external point of the posterior border of the orbit; 24. Posterior ocular line : last point — middle of the supra occipital crest; 25. Facial height : height of the skull in front of p^2; 26. Idem posterior of the orbits; 27. Height of meatus acusticus; 28. Anteroposterior diameter of the orbit; 29. Dorsoventral diameter of the orbit (perpendicular to 28); 30. Length of the naso-incisival notch : prosthion — posterior end of the narial opening; 31. Cheek length : posterior end of the narial opening — anterior border of the orbit; 32. Distance orbit — preorbital fossa (PF); 33. Length of PF; 34. Distance posterior end of PF — infraorbital foramen; 35. Height of PF (perpendicular to 33); 36. Distance ventral border of PF — crista facialis; 37. Distance infraorbital foramen — alveoles of the toothseries; 38. Distance posterior end of PF — alveoles of the toothseries.

TABLE 1. — *Hipparion mediterraneum*, juvenile and adult skulls.

	Measu-rements	n	x̄	min	max	s	v	n	x̄	min	max	s	v
Hipparion mediterraneum	1	-	-	-	-	-	-	2	116.50	116	117	-	-
	2	3	89.66	78	99	10.69	11.92	3	106.00	95	113	9.64	9.09
	3	-	-	-	-	-	-	1	(114)	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	1	90	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	1	(200)	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	2	408.50	405	412	-	-
	7	3	88.23	85.6	91.1	2.75	3.11	5	78.10	73.4	81	2.91	3.72
	8	-	-	-	-	-	-	9	62.87	57.5	70.3	3.92	6.23
	9	-	-	-	-	-	-	4	143.82	140.3	149	3.69	2.56
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	5	24.80	20	30	4.32	17.41	4	24.75	19	28	4.27	17.25
	12	4	30.87	25	41	7.61	24.65	6	36.08	30	41	4.96	13.74
	13		-	-	-	-	-	2	58.00	57	59	-	-
	14	-	-	-	-	-	-	1	27	-	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-	2	55.10	52.4	57.8	-	-
	16	-	-	-	-	-	-	1	85	-	-	-	-
	17	-	-	-	-	-	-	1	111	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	-	-	1	116	-	-	-	-
	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	-	-	-	-	-	-	1	65.4	-	-	-	-
	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	-	-	-	-	-	-	1	59	-	-	-	-
	23	-	-	-	-	-	-	1	325	-	-	-	-
	24	-	-	-	-	-	-	2	153.5	152	155	-	-
	25	-	-	-	-	-	-	2	89.24	88.5	90	-	-
	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	28	2	50.50	49	52	-	-	4	57.67	56	60	1.69	2.93
	29	4	42.50	36	50	5.74	13.50	7	45.31	40	49.5	3.32	7.32
	30	-	-	-	-	-	-	2	137.50	130	145	-	-
	31	-	-	-	-	-	-	2	125.50	120	131	-	-
	32	5	26.00	23	32	3.53	13.57	7	25.87	20	32.5	5.45	21.06
	33	4	58.25	50	68	8.26	14.18	3	78.00	66	88	11.13	14.26
	34	-	-	-	-	-	-	1	73	-	-	-	-
	35	4	35.00	29	41	6.37	18.20	3	44.50	40	47.5	3.96	8.89
	36	-	-	-	-	-	-	2	29.40	23	35.8	-	-
	37	-	-	-	-	-	-	1	43.7	-	-	-	-
	38	-	-	-	-	-	-	3	79.83	72	87.5	7.75	9.70
		Juvenile						Adult					

TABLE 2. — *Hipparion brachypus*, juvenile and adult skulls; measurements p. 212.

	Measurements	n	x̄	min	max	s	v	n	x̄	min	max	s	v
Hipparion brachypus	1	1	128	–	–	–	–	1	130	–	–	–	–
	2	3	99.00	93	102	5.19	5.24	5	122.3	111.5	132	8.36	6.83
	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	5	–	–	–	–	–	–	1	196.5	–	–	–	–
	6	–	–	–	–	–	–	1	438	–	–	–	–
	7	3	89.96	87.4	92	2.34	2.60	5	83.26	76.2	91.9	6.31	7.57
	8	–	–	–	–	–	–	5	72.18	69.8	76.5	2.85	3.94
	9	–	–	–	–	–	–	5	154.86	147	168.3	8.43	5.44
	10	–	–	–	–	–	–	1	(70)	–	–	–	–
	11	3	32.00	27	35	4.35	13.59	4	26.25	17	35	7.63	29.06
	12	4	34.75	33	38	2.36	6.79	4	30.37	22	39	7.95	26.17
	13	–	–	–	–	–	–	1	62	–	–	–	–
	14	1	33	–	–	–	–	1	47.3	–	–	–	–
	15	1	47	–	–	–	–	1	63	–	–	–	–
	16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	18	2	144.50	139	150	–	–	1	185	–	–	–	–
	19	2	83.00	75	91	–	–	1	90	–	–	–	–
	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	22	1	317	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	23	–	–	–	–	–	–	1	360	–	–	–	–
	24	1	130	–	–	–	–	1	172	–	–	–	–
	25	–	–	–	–	–	–	1	81	–	–	–	–
	26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	27	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	28	3	57.33	54	60	3.05	5.32	2	59.00	56	62	–	–
	29	4	40.87	35.5	46	4.36	10.66	3	41.83	40	45	2.75	6.57
	30	1	(142)	–	–	–	–	1	(156)	–	–	–	–
	31	1	(150)	–	–	–	–	3	(161.66)	(159)	(166)	(3.78)	(2.33)
	32	4	39.75	34	44	4.64	11.67	3	44.40	38.2	52	7.00	15.76
	33	3	55.33	48	65	8.73	15.77	3	67.33	66	69	1.52	2.25
	34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	35	2	31.50	25	38	–	–	3	37.83	34	40	3.32	8.77
	36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	37	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	38	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Juvenile							Adult					

TABLE 3. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, juvenile and adult mandibles.

	Measurements	n	x̄	min	max	s	v	n	x̄	min	max	s	v
Hipparion mediterraneum	1	-	-	-	-	-	-	3	373.66	360	390	15.17	4.05
	2	-	-	-	-	-	-	6	102.95	90	120	11.01	10.69
	3	-	-	-	-	-	-	24	73.70	68.3	78.5	4.16	5.64
	4	-	-	-	-	-	-	18	68.46	64.5	73.5	2.25	3.28
	5	19	86.90	83	90.8	2.03	2.33	13	143.82	133.7	152	5.17	3.59
	6	-	-	-	-	-	-	3	100.66	100	102	1.15	1.14
	7	-	-	-	-	-	-	8	48.28	40	56	5.29	10.95
	8	-	-	-	-	-	-	2	175.00	175	175	-	-
	9	-	-	-	-	-	-	2	151.00	147	155	-	-
	10	7	57.21	43	75	11.32	19.78	7	85.85	80	87.5	2.71	3.15
	11	-	-	-	-	-	-	14	60.00	55	64	2.11	3.51
	12	17	40.21	31.2	52.5	5.78	14.37	18	44.92	41	51	2.87	6.38
	13	-	-	-	-	-	-	7	70.50	62	76	4.75	6.73
	14	-	-	-	-	-	-	6	17.50	11.5	24	4.31	24.62
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-	9	86.00	72	100	8.64	10.04
Hipparion brachypus	1	-	-	-	-	-	-	1	(408)	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	5	133.00	123	140	6.78	5.09
	3	-	-	-	-	-	-	17	80.88	76.5	85	2.11	2.60
	4	-	-	-	-	-	-	14	74.00	71.3	78.5	1.74	2.35
	5	13	94.13	91.1	100.8	2.82	2.99	10	156.18	153.5	166.5	3.98	2.54
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	4	51.95	46.8	57	5.29	10.18
	8	1	158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	10	58.02	51.7	63	3.92	6.75	4	90.25	86.5	92.5	2.72	3.01
	11	-	-	-	-	-	-	8	65.97	58.5	74	5.77	8.74
	12	14	40.83	33.4	48	4.18	10.23	9	49.00	42.5	55	5.04	10.28
	13	1	65	-	-	-	-	5	91.40	83	104	8.44	9.23
	14	-	-	-	-	-	-	3	19.16	15	23	4.01	20.92
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-	5	103.32	95.5	112	6.34	6.13
		Juvenile						Adult					

1. Maximal length : posterior point of the articular condyle — anterior point situated between the two i_1 (in projection); 2. Muzzle length : middle of the line connecting the anterior borders of p_2 to a point situated between the two i_1 ; 3. Premolar length (alveolar); 4. Molar length (alveolar), 5. Toothseries length (alveolar); 6. Distance from posterior end of m_3 — posterior border of the vertical ramus; 7. Muzzle breadth : breadth at the posterior borders of i_3 ; 8. Height articular condyle — base of the horizontal ramus; 9. Height incisura mandibulae — base of the horizontal ramus; 10. Height of the jaw behing m_3 ; 11. *Idem* between p_4 and m_1 ; 12. *Idem* in front of p_2 ; 13. Symphys length; 14. Minimal breadth of the symphysis; 15. Angle formed between horizontal ramus and the line connecting articular condyle with i_1 ; 16. Length of diastema p_2-i_3.

TABLE 4. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, upper milk teeth.

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
dp^2	L_o	14	34.90	32	36.4	1.20	3.43	13	37.52	36.2	39.5	0.92	2.45
	B_o	17	19.86	16	24	1.71	8.60	14	21.15	18.3	23.4	1.31	6.19
	L_p	15	5.84	4.6	7.3	0.82	14.04	15	6.26	5	8.4	0.72	11.50
	B_p	15	4.21	3.2	5.5	0.78	18.52	16	4.56	2.9	5.5	0.74	16.22
	L_b	8	34.60	34	36.6	1.02	2.94	5	37.62	37	38.3	0.49	1.30
	B_b	7	20.75	19.3	21.4	0.71	3.42	2	21.70	20.6	22.8	-	-
	H	11	15.09	13	17.5	1.57	10.40	10	14.37	12	20	2.17	15.10
	E.F.	11-13	4.33, 5.36, 3.00, 1.30 / 1.76					13	4.84, 5.15, 2.61, 1.69 / 2.23				
dp^3	L_o	17	27.04	25	28.8	0.98	3.62	21	27.63	24.8	30	1.31	4.74
	B_o	17	19.80	15.4	22	1.63	8.23	18	21.72	18	23.4	1.51	6.95
	L_p	15	5.44	4	7.3	0.74	13.60	22	5.94	4.6	7.7	0.75	12.62
	B_p	15	4.22	2.6	6.3	0.85	20.14	20	4.49	3	6.2	0.84	18.70
	L_b	7	25.35	24.6	27.5	0.97	3.82	6	27.33	25.7	28.2	0.90	3.29
	B_b	5	22.58	20.6	27.8	3.00	13.28	5	22.94	21.1	24.7	1.50	6.53
	H	7	16.85	15	22.5	2.71	16.00	6	14.83	13.3	16	1.13	7.61
	E.F.	12-13	3.00, 5.46, 3.15, 1.46 / 1.66					16-17	4.05, 7.05, 2.76, 2.00 / 2.00				
dp^4	L_o	16	27.23	24.5	28.7	1.39	5.10	26	27.56	24.7	29.7	1.32	4.78
	B_o	14	19.15	14.2	21	1.43	7.46	23	20.74	17.5	22.2	1.39	6.70
	L_p	15	5.74	4.5	7	0.82	14.28	24	6.42	5	9	0.84	13.08
	B_p	14	3.91	3	5.8	0.68	17.39	22	4.48	3.1	5.5	0.62	13.83
	L_b	6	25.81	24.6	27.5	1.19	4.61	4	27.15	25.7	27.8	0.98	3.60
	B_b	4	20.82	20	21.5	0.62	2.97	4	22.60	21.4	23.3	0.83	3.67
	H	6	18.91	16	23	2.45	12.95	3	16.76	16	18	1.07	6.38
	E.F.	13-14	2.26, 6.06, 3.13, 0.93 / 1.73					20-21	4.04, 6.52, 3.38, 1.57 / 2.04				
		H. mediterraneum						*H. brachypus*					

TABLE 5. — *Hipparion mediterraneum*, upper permanent cheek teeth (II[nd] and III[d] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
p^2	L_o	13	30.76	28.8	32.6	1.20	3.90	m^1	14	20.69	18.4	22	1.17	5.65
	B_o	14	21.72	20.7	23.7	1.07	4.92		13	21.39	20	24	1.02	4.76
	L_m	2	30.10	29.2	31	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_b	17	29.38	25	30.6	1.54	5.24		4	18.82	17.9	20	0.90	4.78
	B_b	14	21.84	20.5	23.2	0.77	3.52		3	23.23	22.6	23.9	0.65	2.79
	L_p	14	6.87	6	7.9	0.54	7.86		14	6.28	5.5	6.6	0.27	4.29
	B_p	14	4.49	3.9	5	0.32	7.12		14	4.06	3.5	4.9	0.45	11.08
	E.F.	13-14	4.15, 5.30, 4.14, 1.57 / 1.57						14	2.50, 6.78, 3.42, 1.50 / 0.92				
p^3	L_o	10	23.72	22.8	24.8	0.65	0.21	m^2	14	20.83	19.1	22.5	1.00	4.80
	B_o	10	23.09	22.2	24.4	0.71	3.07		13	21.06	19	22.9	1.27	6.03
	L_m	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_b	6	21.30	20	22.5	0.97	4.55		3	19.23	17.7	20.5	1.41	7.33
	B_b	2	22.40	21.9	22.9	-	10.54		2	21.75	21.1	22.4	-	-
	L_p	10	6.64	5.8	7.8	0.70	12.11		13	6.01	5.3	7.3	0.45	7.48
	B_p	10	4.54	3.9	5.7	0.55			13	4.07	3.3	4.8	0.38	9.33
	E.F.	10	3.80, 6.60, 4.70, 1.20 / 1.60						12-14	2.46, 5.85, 3.75, 1.42 / 0.92				
p^4	L_o	12	23.06	21.4	25.4	1.09	4.72	m^3	10	21.23	20.2	23.1	0.92	4.33
	B_o	12	22.86	21.7	24.4	0.92	4.02		10	18.68	17	20	1.05	5.62
	L_m	-	-	-	-	-	-		1	22.5	-	-	-	-
	L_b	7	21.15	19.5	22.3	1.00	4.72		14	21.35	19	24.2	1.53	7.16
	B_b	5	24.90	23.2	26	1.17	4.69		13	19.30	17	21	1.04	5.38
	L_p	12	6.51	5.7	7.4	0.52	7.98		11	6.35	5.5	7.5	0.67	10.55
	B_p	12	4.38	3.6	5	0.63	14.38		11	3.68	2.9	4.4	0.45	12.22
	E.F.	12	3.83, 6.25, 3.58, 1.16 / 1.41						8-11	2.09, 5.66, 3.75, 2.00 / 1.18				
$p^{3,4}$	L_o	9	23.11	22.1	24.7	0.99	4.28	$m^{1,2}$	6	20.21	18.5	21.2	1.04	5.14
	B_o	8	23.07	20.5	25.1	1.45	6.28		6	20.46	18.5	21.8	1.27	6.20
	L_m	3	22.60	22.3	23	0.36	1.59		2	19.75	19.5	20	-	-
	L_b	13	21.65	19.5	23	0.93	4.29		10	19.01	18.3	20	0.57	2.99
	B_b	13	23.08	22	24.7	0.84	3.63		10	21.05	20	23	0.86	4.08
	L_p	8	6.41	5.7	7.3	0.56	8.73		6	6.13	5.6	7.1	0.56	9.13
	B_p	8	4.60	4	4.8	0.53	11.52		6	4.20	3.4	5.2	0.61	14.52
	E.F.	8	1.87, 6.25, 4.12, 1.37 / 1.37						4-6	2.16, 5.60, 3.50, 0.80 / 1.00				
H. mediterraneum														

TABLE 6. — *Hipparion brachypus*, upper permanent cheek teeth (II[nd] and III[d] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
P^2	L_o	16	33.03	30.4	36.6	1.94	5.87	M^1	15	22.70	20.5	25.4	1.32	5.81
	B_o	16	24.14	21.8	26.7	1.33	5.50		16	23.70	20.2	25	1.49	6.28
	L_m	3	32.10	31.6	32.7	0.55	1.71		-	-	-	-	-	-
	L_b	9	33.17	30.6	35.6	1.87	5.63		2	22.60	22	23.2	-	-
	B_b	7	24.78	21.4	28.5	2.70	10.89		-	-	-	-	-	-
	L_p	17	7.72	6	8.7	0.62	8.03		16	7.64	6.7	9	0.69	9.03
	B_p	17	5.08	4.2	5.8	0.56	11.02		16	4.75	3.9	5.9	0.62	13.05
	E.F.	16-17	4.94, 5.31, 5.17, 1.41 / 1.37						14-16	2.62, 6.68, 5.21, 1.50 / 1.43				
P^3	L_o	12	25.75	23.1	27.5	1.40	5.43	M^2	10	23.00	20.6	25.2	1.67	7.26
	B_o	10	26.10	24	27	0.89	3.40		10	23.65	21.7	24.6	0.82	3.46
	L_m	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_b	1	23	-	-	-	-		1	23.2	-	-	-	-
	B_b	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_p	12	7.95	6.6	9	0.71	8.93		10	7.69	7	8.6	0.57	7.41
	B_p	12	5.47	4.7	6.3	0.55	10.05		10	4.94	4.3	5.1	0.37	7.48
	E.F.	11-12	3.90, 6.75, 4.91, 1.08 / 2.08						7-10	2.60, 6.77, 5.85, 2.20 / 1.40				
P^4	L_o	11	25.28	22.8	27.1	1.35	5.34	M^3	11	24.90	23	26.5	1.00	4.01
	B_o	10	25.73	23.5	27	1.19	4.62		10	20.83	18.7	22.4	1.19	5.71
	L_m	-	-	-	-	-	-		1	24.61	-	-	-	-
	L_b		-	-	-	-	-		4	23.85	21.2	25.2	1.81	7.58
	B_b	-	-	-	-	-	-		4	22.00	20.8	23.4	1.29	5.86
	L_p	12	7.80	6.6	9.1	0.80	10.25		11	7.14	6	8.5	0.85	11.90
	B_p	12	5.21	4.5	5.8	0.40	7.67		11	4.37	4	4.6	0.19	4.34
	E.F.	11-12	3.41, 7.83, 5.81, 1.75 / 1.83						9-11	2.90, 6.30, 4.60, 2.90 / 1.66				
$P^{3,4}$	L_o	6	26.86	25.6	28	0.84	3.12	$M^{1,2}$	7	23.97	22.9	24.8	0.78	3.25
	B_o	6	25.40	24	26.8	1.21	4.76		7	24.50	22	27	1.62	6.61
	L_m	4	26.37	26.1	26.8	0.30	1.13		2	23.25	22.5	24	-	-
	L_b	12	24.53	22.3	26.4	1.18	4.81		13	22.60	20	25.9	1.32	5.84
	B_b	12	24.63	22.5	27.6	1.42	5.76		13	24.01	21.5	25.9	1.27	5.28
	L_p	5	6.88	5.2	7.8	1.06	15.40		7	6.95	6.3	8	0.55	7.91
	B_p	5	4.84	3.6	5.7	0.81	16.73		7	4.94	4.4	5.9	0.56	11.33
	E.F.	5	3.20, 8.00, 5.00, 2.00 / 2.60						4	2.50, 7.00, 6.25, 1.00 / 1.25				
H. brachypus														

TABLE 7. — *Hipparion mediterraneum*, upper permanent cheek teeth (I[st] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
p^2	L_o	6	31.31	30.2	33	0.93	2.97	m^1	1	21.4	-	-	-	-
	B_o	6	21.66	21	22.5	0.58	2.67		-	-	-	-	-	-
	L_p	4	6.80	6.3	7.2	0.37	5.44		-	-	-	-	-	-
	B_p	4	4.12	3.9	4.4	0.22	5.33		-	-	-	-	-	-
	L_m	1	29.2	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	6	31.66	29	33	1.66	5.24		1	57	-	-	-	-
	E.F.	6	$\frac{5.33,\ 5.0,\ 3.66,\ 1.66}{1.66}$											
p^3	L_o	1	25.5	-	-	-	-	m^2	1	22.7	-	-	-	-
	B_o	1	21.7	-	-	-	-		1	19.6	-	-	-	-
	L_p	1	7.0	-	-	-	-		1	6.5	-	-	-	-
	B_p	1	4.4	-	-	-	-		1	3.7	-	-	-	-
	L_m	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	1	40	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	1	$\frac{4,\ 6,\ 4,\ 2}{3}$						1	$\frac{4,\ 5,\ 2,\ 3}{1}$				
p^4	L_o	2	24.55	23.6	25.5	-	-	m^3	15	20.64	18.5	23.1	1.32	6.39
	B_o	2	21.80	19.6	24	-	-		15	17.80	15.5	20.1	1.41	7.92
	L_p	2	5.90	5.8	6	-	-		13	6.28	5.5	7.2	0.55	8.75
	B_p	2	3.75	3.5	4	-	-		13	3.32	2.6	4.3	0.48	14.45
	L_m	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	1	45	-	-	-	-		10	43.80	40.5	49.5	3.74	8.53
	E.F.	2	$\frac{2.50,\ 4.00,\ 3.00,\ 1.00}{1.50}$						11-14	$\frac{2.15,\ 4.41,\ 2.83,\ 1.10}{1.20}$				
$p^{3,4}$	L_o	4	25.02	24	25.7	0.83	3.31	$m^{1,2}$	4	22.20	21	24.2	1.42	6.39
	B_o	4	20.35	18.2	22.9	1.93	9.48		4	20.10	19.3	21.1	0.84	4.18
	L_p	3	7.06	6.1	8.2	1.05	14.87		4	5.90	4.7	7	0.94	20.00
	B_p	3	3.96	3.6	4.3	0.35	8.83		4	3.62	3.2	3.9	0.34	9.39
	L_m	1	22.5	-	-	-	-		1	19.5	-	-	-	-
	H	4	48.50	44	52	3.69	7.60		4	46.00	42	50	3.36	7.30
	E.F.	4	$\frac{1.66,\ 5.66,\ 3.33,\ 0.66}{1.00}$						4	$\frac{3.00,\ 7.66,\ 4.00,\ 1.25}{1.00}$				
H. mediterraneum														

TABLE 8. — *Hipparion brachypus*, upper permanent cheek teeth (I[st] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
p^2	L_o	5	33.97	32.8	35	0.90	2.64	m^1	19	25.06	23.2	28.6	1.50	5.98
	B_o	5	23.98	22.6	25.2	0.92	3.83		17	21.56	20	23.3	1.01	4.68
	L_p	5	6.96	6.5	7.5	0.41	5.89		17	6.83	5.5	7.9	0.69	10.10
	B_p	5	4.54	4	4.8	0.32	7.04		17	3.97	3.3	4.8	0.42	10.57
	L_m	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	5	32.10	31.5	37	3.57	11.12		4	47.50	44	50	2.64	5.55
	E.F.	4-5	$\frac{5.4,\ 5.75,\ 5.25,\ 2.00}{2.00}$						14-17	$\frac{2.00,\ 5.56,\ 3.43,\ 0.86}{1.87}$				
p^3	L_o	8	27.98	25.5	30	1.78	6.36	m^2	12	24.00	22.2	27.9	1.49	6.20
	B_o	8	25.47	23.4	27	1.56	6.12		7	20.13	18.7	21.5	0.77	3.82
	L_p	9	7.27	6.5	8.7	0.77	10.59		9	6.76	6	7.2	0.37	5.47
	B_p	9	4.66	4	5.5	0.58	12.44		9	3.88	3.6	4.4	0.30	7.73
	L_m	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	3	47.5	42.5	50	4.33	9.11		-	-	-	-	-	-
	E.F.	7-9	$\frac{3.66,\ 7.00,\ 5.00,\ 2.00}{2.12}$						6-8	$\frac{2.71,\ 5.28,\ 3.57,\ 1.42}{1.25}$				
p^4	L_o	8	25.85	23.7	27.4	1.34	5.18	m^3	5	21.60	19.1	25.2	2.45	11.34
	B_o	8	24.60	22.4	28.3	2.31	9.39		5	16.76	16	19	1.27	7.57
	L_p	6	6.93	6.4	7.4	0.40	5.77		3	7.26	6.8	7.7	0.45	6.19
	B_p	6	4.55	3.7	5.6	0.75	16.48		3	3.16	2.9	3.6	0.37	11.70
	L_m	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	2	53.50	50	57	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	6	$\frac{3.50,\ 6.83,\ 4.66,\ 1.66}{1.83}$						1-3	$\frac{0.66,\ 4.00,\ 2.00,\ 0}{1}$				
$p^{3,4}$	L_o	4	28.25	27.7	29.3	0.71	2.51	$m^{1,2}$	6	25.85	23.6	27.5	1.40	5.41
	B_o	4	22.80	21	24.5	1.96	8.59		6	20.76	18	21.8	1.43	6.88
	L_p	3	8.50	6.2	10.3	2.09	24.58		3	7.23	5.7	9	1.66	22.95
	B_p	3	4.73	3.5	4.5	1.36	28.75		3	3.70	3.2	4.2	0.50	13.51
	L_m	2	26.25	26.1	26.4	-	-		2	23.25	22.5	24	-	-
	H	4	48.62	44	55	4.64	9.54		6	51.83	49	56	2.31	4.45
	E.F.	1-2	$\frac{4.50,\ 7.00,\ 4.00,\ 2.0}{2}$						1-2	$\frac{3.00,\ 7,\ 4,\ 1}{2.00}$				
H. brachypus														

TABLE 9. — *Hipparion mediterraneum*, upper permanent cheek teeth (II[nd]W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
p^2	L_o	10	31.26	29.3	32.6	0.93	2.97	m^1	10	21.18	20.4	22	0.54	2.54
	B_o	11	21.88	20.7	23.7	1.21	5.53		9	21.11	20	22	0.68	3.22
	L_p	11	7.00	6.3	7.9	0.55	7.85		10	6.20	5.5	6.4	0.28	4.51
	B_p	11	4.40	3.9	4.7	0.31	7.04		10	3.89	3.5	4.4	0.29	7.45
	E.F.	10-11	$\frac{4.20,\ 5.30,\ 4.45,\ 1.63}{1.63}$						10	$\frac{2.90,\ 6.90,\ 3.50,\ 1.70}{0.90}$				
p^3	L_o	7	24.00	23.2	24.8	0.56	2.33	m^2	9	21.20	20.3	22.5	0.77	3.63
	B_o	7	23.12	22.2	24.4	0.86	3.71		8	20.60	19	22.3	1.23	5.97
	L_p	7	6.87	5.8	7.8	0.72	10.40		8	5.96	5.3	6.4	0.34	5.70
	B_p	7	4.31	3.9	5.1	0.39	9.04		8	3.85	3.3	4.2	0.29	7.53
	E.F.	7	$\frac{4.14,\ 6.28,\ 4.57,\ 1.28}{1.57}$						8-9	$\frac{3.11,\ 5.88,\ 3.50,\ 1.44}{0.89}$				
p^4	L_o	9	23.48	23.0	25.4	0.89	3.79	m^3	7	21.17	20.5	22.5	0.69	3.25
	B_o	9	22.82	21.7	24.4	1.07	4.68		7	18.42	17	20	1.18	6.40
	L_p	9	6.64	5.7	7.4	0.54	8.13		8	6.56	5.5	7.5	0.64	9.75
	B_p	9	4.06	3.6	4.5	0.34	8.37		8	3.58	2.9	4.0	0.45	12.56
	E.F.	9	$\frac{4.22,\ 6.33,\ 3.44,\ 1.33}{1.33}$						5-8	$\frac{2.62,\ 5.66,\ 3.00,\ 2.00}{1.25}$				
$p^{3,4}$	L_o	4	23.35	22.2	24.7	1.19	5.09	$m^{1,2}$	3	21.06	21	21.2	0.11	0.52
	B_o	3	21.66	20.5	22.5	1.04	4.80		3	19.53	18.5	20.6	1.05	0.25
	L_p	3	6.50	6	6.8	0.43	6.61		3	5.86	5.7	6.0	0.15	2.55
	B_p	3	4.26	4	4.5	0.25	5.86		3	3.90	3.4	4.2	0.43	11.02
	E.F.	4	$\frac{2.50,\ 6.50,\ 4.50,\ 1.50}{1.00}$						3	$\frac{3.00,\ 6.33,\ 3.33,\ 1.66}{1.00}$				
H. mediterraneum														

TABLE 10. — *Hipparion brachypus*, upper permanent cheek teeth (II[nd] W.S.).

		n	x̄	min	max	s	v		n	x̄	min	max	s	v
p^2	L_o	8	33.46	30.9	36.5	1.96	5.85	m^1	9	23.27	21.5	25.4	1.15	4.94
	B_o	9	24.48	22.7	26.3	1.03	4.20		10	23.45	20.2	25	1.72	7.33
	L_p	9	7.54	6	8	0.66	8.75		10	7.69	7	9	0.83	10.79
	B_p	9	4.98	4.3	5.5	0.49	9.83		10	4.55	3.9	5.5	0.57	12.52
	E.F.	8-9	$\frac{6.55,\ 5.77,\ 5.88,\ 2.00}{1.37}$						8-9	$\frac{3.22,\ 7.00,\ 5.22,\ 1.44}{1.60}$				
p^3	L_o	3	26.50	25	27.3	1.30	4.90	m^2	8	22.98	20.6	25.2	1.87	8.13
	B_o	2	25.75	25.3	26.2	-	-		8	23.63	21.7	24.6	0.93	3.93
	L_p	3	7.83	7.2	9	1.01	12.89		8	7.81	7.2	8.6	0.57	7.29
	B_p	3	4.86	4.7	5.2	0.28	5.76		8	4.98	4.3	5.5	0.38	7.63
	E.F.	2-3	$\frac{3.50,\ 7.33,\ 5.00,\ 1.66}{2.66}$						6-8	$\frac{2.62,\ 6.75,\ 5.66,\ 1.87}{1.37}$				
p^4	L_o	6	25.10	22.8	27	1.68	6.69	m^3	8	25.01	23	26.5	1.07	4.27
	B_o	5	25.84	25	26.5	0.55	2.12		7	20.51	18.7	22	1.06	5.16
	L_p	7	8.07	7	9.1	0.84	10.40		8	7.25	6	8.5	0.85	11.72
	B_p	7	5.21	4.7	5.8	0.39	7.48		8	4.35	4	4.6	0.21	4.82
	E.F.	7	$\frac{2.28,\ 7.71,\ 4.57,\ 1.71}{1.42}$						7-8	$\frac{2.62,\ 5.50,\ 4.25,\ 2.87}{1.57}$				
$p^{3,4}$	L_o	4	26.70	25.6	28	0.98	3.67	$m^{1,2}$	2	24.60	24.7	24.8	-	-
	B_o	4	25.00	24	26.6	1.25	5.00		2	24.50	23.7	25.3	-	-
	L_p	3	6.56	5.2	7.8	1.30	19.81		2	6.5	6.3	6.7	-	-
	B_p	3	4.43	3.6	5.2	0.80	18.05		2	4.7	4.4	5	-	-
	E.F.	3	$\frac{3.66,\ 7.33,\ 5.00,\ 2.33}{2.33}$						1	$\frac{4,\ 7,\ 4,\ 1}{2}$				
H. brachypus														

TABLE 11. — *Hipparion mediterraneum*, upper permanent cheek teeth (III[d] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
p^2	L_o	3	29.10	28.8	29	0.36	1.23	m^1	4	19.47	18.4	21.7	1.53	7.85
	B_o	3	21.16	21.0	21.4	0.20	0.94		4	22.02	20.1	24	1.59	7.22
	L_p	3	6.40	6	6.7	0.36	5.62		4	6.50	6.3	6.6	0.14	2.22
	B_p	3	4.83	4.7	5	0.15	1.03		4	4.50	3.6	4.9	0.60	13.33
	E.F.	3	4.00, 5.33, 3.00, 1.33 / 1.33						4	1.50, 6.50, 3.25, 1.25 / 1.00				
p^3	L_o	3	23.06	22.8	23.2	0.23	0.99	m^2	5	20.18	19.1	21.9	1.22	6.04
	B_o	3	23.00	22.9	23.1	0.10	0.43		5	21.82	20.4	22.9	1.01	4.62
	L_p	3	6.10	6.0	6.2	0.10	1.63		5	6.10	5.7	7.3	0.68	11.14
	B_p	3	5.06	4.7	5.7	0.55	10.86		5	4.44	4.2	4.8	0.25	5.63
	E.F.	3	3.00, 7.33, 5.00, 1.00 / 1.66						4-5	1.00, 5.80, 4.25, 1.40 / 1.00				
p^4	L_o	3	21.80	21.4	22	0.34	1.55	m^3	3	21.36	20.2	23.1	1.53	7.16
	B_o	3	23.00	22.8	23.1	0.17	0.74		3	19.26	19.2	19.3	0.05	0.25
	L_p	3	6.13	6	6.3	0.15	2.44		3	5.80	5.5	6.3	0.43	0.51
	B_p	3	4.93	4.9	5	0.05	1.01		3	3.93	3.6	4.4	0.41	10.43
	E.F.	3	2.66, 6.00, 4.00, 0.66 / 1.66						2-3	1.33, 5.66, 5.00, 2.00 / 1.00				
$p^{3,4}$	L_o	5	22.92	22.1	24.4	0.89	3.88	$m^{1,2}$	3	19.36	18.5	19.8	0.75	3.87
	B_o	5	23.92	22.9	25.1	0.89	3.72		3	21.40	20.7	21.8	0.60	2.80
	L_p	5	6.36	5.7	7.3	0.68	10.69		3	6.40	5.6	7.1	0.75	11.71
	B_p	5	4.56	4.3	4.8	0.18	3.94		3	4.50	3.8	5.2	0.70	15.55
	E.F.	4	1.25, 6.00, 3.75, 1.25 / 1.75						1-3	1.33, 4.50, 4, 0.5 / 1.00				
H. mediterraneum														

TABLE 12. — *Hipparion brachypus*, upper permanent cheek teeth (III[d] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
P^2	L_o	8	32.61	30.4	36.6	2.10	6.43	m^1	6	21.83	20.5	23.4	1.28	5.86
	B_o	7	23.70	21.8	26.7	1.71	7.21		6	24.11	22	25	1.18	4.89
	L_p	8	7.92	7	8.7	0.58	7.32		6	7.56	6.7	8	0.51	6.74
	B_p	8	5.20	4.2	5.8	0.68	13.07		6	5.08	4.2	5.9	0.66	12.99
	E.F.	7-8	3.50, 4.71, 4.37, 0.87 / 1.37						5-6	2.50, 7.33, 5.20, 1.83 / 1.66				
P^3	L_o	9	25.51	23.1	27.5	1.41	5.52	m^2	2	23.05	22.6	23.5	-	-
	B_o	8	26.18	24	27	0.95	3.62		2	23.65	23.6	23.7	-	-
	L_p	9	7.98	6.6	8.7	0.66	8.27		2	7.20	7	7.4	-	-
	B_p	9	5.67	4.7	6.3	0.47	8.28		2	4.8	4.5	5.1	-	-
	E.F.	9	2.22, 6.55, 4.88, 0.88 / 1.88						1-2	2.50, 7, 7, 3.5 / 1.50				
P^4	L_o	5	25.50	24.5	27.1	0.97	3.80	m^3	3	24.63	23.7	25.6	0.95	3.85
	B_o	5	25.62	23.5	27	1.69	6.59		3	21.56	20	22.4	1.35	6.26
	L_p	5	7.42	6.6	8.3	0.63	8.49		3	6.86	6.3	8	0.98	14.28
	B_p	5	5.22	4.5	5.8	0.47	9.00		3	4.36	4.3	4.5	0.11	2.52
	E.F.	4-5	5.00, 8.00, 8.00, 1.80 / 2.40						2-3	3.66, 9.50, 6.00, 3.00 / 2.00				
$P^{3,4}$	L_o	2	27.20	26.8	27.6	-	-	$m^{1,2}$	5	23.66	22.9	24.5	0.71	3.00
	B_o	2	26.20	25.6	26.8	-	-		5	24.50	22	27	1.91	7.79
	L_p	2	7.35	6.9	7.8	-	-		5	7.14	6.6	8	0.54	7.56
	B_p	2	5.45	5.2	5.7	-	-		5	5.04	4.4	5.9	0.62	12.30
	E.F.	2	2.50, 9.00, 5.00, 1.50 / 3.00						3	2.00, 7.00, 6.33, 1.00 / 1.00				
H. brachypus														

TABLE 13. — *Hipparion mediterraneum*, upper permanent cheek teeth (IV[th] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
p^2	L_o	-	-	-	-	-	-	m^1	5	18.34	17.4	19.7	0.85	4.63
	B_o	-	-	-	-	-	-		4	22.57	21.0	23.3	1.05	4.65
	L_p	-	-	-	-	-	-		5	7.26	6.8	7.8	0.36	4.95
	B_p	-	-	-	-	-	-		5	5.48	5	5.6	0.29	5.29
	E.F.								5-6	$\frac{0,\ 4.50,\ 2.00,\ 1.16}{0.80}$				
p^3	L_o	2	21.00	21	21	-	-	m^2	5	19.12	18.5	20.8	0.97	5.07
	B_o	2	25.00	24	26	-	-		4	20.72	19.7	22	1.03	4.97
	L_p	3	7.46	6.2	8.2	1.10	14.74		4	6.62	6.2	7.4	0.56	8.45
	B_p	3	5.56	4.9	6.0	0.58	10.43		4	5.05	4.8	5.5	0.33	6.53
	E.F.	3	$\frac{0.66,\ 3.33,\ 1.33,\ 0.66}{1.00}$						4-5	$\frac{0.60,\ 4.40,\ 2.40,\ 0.80}{0}$				
p^4	L_o	5	21.72	20	22.6	1.01	4.65	m^3	5	20.96	18.8	22.9	1.88	8.96
	B_o	5	24.46	22	25.8	1.47	6.00		5	18.78	17.7	21.2	1.45	7.72
	L_p	7	7.34	5.8	8.4	1.04	14.16		5	6.88	6.2	7.7	0.66	9.59
	B_p	7	5.65	4.2	6.6	0.84	14.86		5	4.50	4.1	5.5	0.57	12.66
	E.F.	6-7	$\frac{1.00,\ 5.14,\ 3.00,\ 0.85}{1.00}$						5	$\frac{0.40,\ 4.00,\ 2.00,\ 1.60}{0.60}$				
$p^{3,4}$	L_o	-	-	-	-	-	-	$m^{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	B_o	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_p	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	B_p	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.													
H. mediterraneum														

TABLE 14. — *Hipparion brachypus*, upper permanent cheek teeth (IV[th] W.S.).

		n	x̄	min	max	s	v		n	x̄	min	max	s	v
p^2	L_o	4	33.55	32.5	34.6	0.85	2.53	m^1	2	21.00	21	21	-	-
	B_o	4	23.07	21	24.3	1.49	6.45		2	24.35	24.2	24.5	-	-
	L_p	3	8.36	8	8.6	0.32	3.82		2	8.70	8.6	8.8	-	-
	B_p	3	5.56	4.8	6.4	0.80	14.38		2	5.15	5	5.3	-	-
	E.F.	3	5.00, 5.66, 2.66, 0.66 / 0.66						3	1.00, 4.33, 3.66, 0.66 / 1.66				
p^3	L_o	2	25.25	25	25.5	-	-	m^2	3	22.03	22	22.1	0.05	0.22
	B_o	2	25.05	24.8	25.3	-	-		3	23.66	22.7	24.2	0.83	3.50
	L_p	2	7.80	7.2	8.4	-	-		3	8.23	7	9	1.07	13.00
	B_p	2	4.95	4.7	5.2	-	-		3	4.86	4.5	5.1	0.32	6.58
	E.F.	2	2.00, 7.50, 5.00, 1.00 / 1.00						2	1.00, 2.50, 3.00, 1.00 / 1.00				
p^4	L_o	3	23.43	23.2	23.6	0.20	0.85	m^3	2	26.25	26	26.5	-	-
	B_o	4	25.35	24.5	26.3	0.74	2.91		2	21.95	21.9	22	-	-
	L_p	4	8.15	7.2	8.8	0.68	8.34		2	7.95	7.8	8.1	-	-
	B_p	4	5.35	5	5.7	0.28	5.23		2	4.55	4.5	4.6	-	-
	E.F.	3-4	1.75, 6.25, 4.33, 0.33 / 1.75						2	1.00, - , - , 1.50 / 2.00				
$p^{3,4}$	L_o	1	24.6	-	-	-	-	$m^{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	B_o	1	24.8	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_p	1	7	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	B_p	1	4.9	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	1	1, 5, 3, 1 / 1											
H. brachypus														

TABLE 15. — *Hipparion mediterraneum* and *H. brachypus*, lower milk teeth.

		n	x̄	min	max	s	v		n	x̄	min	max	s	v
dp_2	L_o	23	30.98	29.3	33.5	3.62	11.68	dp_2	16	35.01	33.2	38	1.26	3.59
	$B_o$ant	9	9.04	7.8	11.4	1.38	15.26		7	8.75	8	10.5	1.49	17.02
	$B_o$post	24	12.22	9.7	14.7	1.69	13.82		20	12.51	9.6	15	1.58	12.62
	L_{prfl}	6	9.36	9	9.7	0.32	3.41		6	10.65	9.8	12	0.94	8.82
	L_{ptfl}	7	12.25	11.8	12.7	0.31	2,53		5	13.52	13	14.7	0.68	5.02
	L_b	6	32.11	29.7	33.5	1.49	4,64		2	32.35	32.2	32.5	-	-
	B_b	6	13.53	11	15	1.34	9,90		3	13.73	11.8	14.7	1.67	12.16
	H	9	14.94	12	20	2.40	16.06		5	16.50	14.5	21	2.95	17.87
	E.F.	17-18	0.29, 0.00, 0.38 / 0.22						15-16	0.46, 0.31, 0.40 / 0.73				
dp_3	L_o	26	26.54	25	27.6	0.71	2.67	dp_3	20	28.78	27.5	30.4	0.77	2.67
	$B_o$ant	9	9.65	8.3	12.9	1.62	16,78		7	10.07	8.2	12.4	1.54	15.29
	$B_o$post	24	11.69	8.2	14.5	1.96	16.76		18	12.10	8.7	15.6	1.91	15.78
	L_{prfl}	6	8.63	8	9.1	0.57	6.60		5	9.58	8	10.3	1.14	11.89
	L_{ptfl}	6	10.75	9.2	12.2	1.22	11.34		5	11.44	9.2	13	1.60	13.98
	L_b	-	-	-	-	-	-		3	28.76	28.6	29	0.20	0.69
	B_b	-	-	-	-	-	-		2	13.00	11.8	14.2	-	-
	H	1	23	-	-	-	-		3	20.16	18	22.5	2.25	11.16
	E.F.	18-20	0.16, 0.11, 0.00 / 0.36						15-16	0.75, 0.50, 0.00 / 0.46				
dp_4	L_o	25	27.96	26.1	30	1.17	4.18	dp_4	17	30.62	29.3	33.4	1.08	3.52
	$B_o$ant	9	8.95	8	11.1	1.12	12.51		8	9.35	7.5	11.0	1.21	12.95
	$B_o$post	25	11.01	7.5	14.1	2.24	20.03		19	11.50	7.8	15	2.13	18.52
	L_{prfl}	7	7.95	7	9.1	0.72	9.05		5	9.58	8.8	10	0.49	5.11
	L_{ptfl}	7	9.94	8.4	11	0.93	9.35		5	10.34	9.4	11.7	1.15	11.12
	L_b	-	-	-	-	-	-		3	29.30	28	30.7	1.35	4.60
	B_b	-	-	-	-	-	-		2	13.65	13.3	14	-	-
	H	1	26.5	-	-	-	-		3	22.66	20	24	2.30	10.15
	E.F.	19-20	0.00, 0.30, 0.00 / 0.31						16	0.25, 0.62, 0.00 / 0.56				
	H. mediterraneum							*H. brachypus*						

TABLE 16. — *Hipparion mediterraneum*, lower permanent cheek teeth (IInd and IIId W.S.).

		n	x̄	min	max	s	v		n	x̄	min	max	s	v
P_2	L_o	20	26.31	25	28.2	0.98	3.72	m_1	35	21.51	19.1	25	1.64	7.62
	$B_o$ant	3	10.36	10	10.7	0.35	3.37		9	11.00	10.4	12	0.57	5.18
	$B_o$post	20	13.53	11.7	15.2	0.94	6.94		35	12.50	9.3	15.5	1.90	15.20
	L_b	4	26.65	24.5	28.8	1.83	6.86		-	-	-	-	-	-
	B_b	4	13.67	13	14	0.47	3.43		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	3	6.93	5.8	8.5	1.40	20.20		9	5.81	4.5	7.1	0.92	15.83
	L_{ptfl}	4	11.12	10	12	0.90	8.09		7	8.52	8.1	9.4	0.46	5.39
	E.F.	19-20	0.21, 0.05, 0.20 / 0.60						34-36	0.26, 0.37, 0.00 / 0.40				
P_3	L_o	29	24.00	22	26.6	1.24	5.16	m_2	27	21.26	19.2	22.6	0.88	4.13
	$B_o$ant	9	12.12	10	14	1.42	11.71		4	10.85	10	11.7	0.87	8.01
	$B_o$post	28	14.81	12.7	18	1.59	10.73		25	12.46	10.5	15	1.43	11.47
	L_b	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	B_b	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	9	7.05	5.8	8.1	0.80	11.34		4	6.27	6.2	6.5	0.15	2.39
	L_{ptfl}	9	12.40	10	13	0.99	7.98		4	8.57	8.1	9	0.49	5.71
	E.F.	29	0.48, 0.58, 0.20 / 0.51						27	0.18, 0.40, 0.00 / 0.29				
P_4	L_o	34	23.24	21	24.7	0.88	3.78	m_3	20	24.40	21.6	26.3	1.29	5.28
	$B_o$ant	8	12.25	9.3	13.7	1.47	12.00		3	10.10	10	10.2	0.10	0.99
	$B_o$post	32	14.40	11.1	17.9	1.82	12.63		19	11.14	8.5	13	1.29	11.57
	L_b	-	-	-	-	-	-		3	25.76	25.1	26.5	0.70	2.71
	B_b	-	-	-	-	-	-		3	11.00	10.1	11.6	0.79	7.18
	L_{prfl}	8	6.48	6	7.7	0.65	10.00		3	6.33	6.3	6.4	0.05	0.78
	L_{ptfl}	8	11.55	9.5	11.5	1.10	0.86		3	7.70	7.5	7.8	0.17	2.20
	E.F.	34	0.58, 0.73, 0.00 / 0.41						20	0.00, 0.70, 0.00 / 0.00				
$P_{3,4}$	L_o	-	-	-	-	-	-	$m_{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_b	3	22.16	21.3	23.6	1.24	5.59		2	19.50	19.4	19.6	-	-
	B_b	3	15.46	14.3	17.4	1.68	10.86		2	12.35	11	13.7	-	-
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	3	0.33, 0.33, 0.00 / 0.00						2	0.00, 0.00, 0.00 / 0.00				
H. mediterraneum														

TABLE 17. — *Hipparion brachypus*, lower permanent cheek teeth (II[nd] and III[d] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
p_2	L_o	15	29.30	27.7	32	0.96	3.27	m_1	17	23.19	21.8	24.8	0.80	3.44
	$B_o$ant	4	10.55	10	11.4	0.68	6.44		6	11.63	10.4	13	1.03	8.85
	$B_o$post	14	14.81	12	17.5	1.67	11.27		17	12.78	9.5	15.3	2.09	16.35
	L_b	4	29.57	27.6	31.5	1.82	6.15		-	-	-	-	-	-
	B_b	4	16.00	15.2	16.6	0.58	3.62		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	4	8.57	6.7	9.5	1.27	14.81		6	6.56	6	7.3	0.54	8.23
	L_{ptfl}	4	12.37	9.1	15	2.93	23.68		6	8.50	8	9.2	0.50	5.88
	E.F.	15	0.00, 0.13, 0.13 / 0.26						17	0.41, 0.76, 0.05 / 0.00				
p_3	L_o	21	25.23	23.1	27	0.91	3.60	m_2	15	23.28	22.3	25.5	0.87	3.73
	$B_o$ant	6	13.13	12	13.4	0.80	6.09		5	11.04	10.7	12.2	1.01	9.14
	$B_o$post	19	15.27	12.4	17.5	1.73	11.32		15	12.29	9.5	14.5	1.63	13.26
	L_b	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	B_b	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	7	8.45	7.8	9.3	0.59	6.98		5	6.65	6	7.2	0.42	6.32
	L_{ptfl}	7	13.00	12.4	13.5	0.48	3.69		5	8.86	8.5	9.8	0.62	6.99
	E.F.	20-21	0.90, 0.95, 0.33 / 0.38						15	0.40, 0.80, 0.00 / 0.06				
p_4	L_o	17	24.32	23.4	25.7	0.67	2.75	m_3	11	26.67	24.5	28.5	1.19	4.52
	$B_o$ant	6	12.28	10	14	1.62	13.19		2	10.35	9.7	11	-	-
	$B_o$post	18	14.75	11	17.3	1.98	13.42		11	11.40	8.2	14.5	1.58	13.85
	L_b	-	-	-	-	-	-		2	28.55	28.3	28.8	-	-
	B_b	-	-	-	-	-	-		2	12.40	12.1	12.5	-	-
	L_{prfl}	6	8.11	7	9.2	0.82	10.11		2	7.30	7.2	7.4	-	-
	L_{ptfl}	6	11.90	11.5	12.2	0.23	1.93		2	7.75	7	8.5	-	-
	E.F.	16	0.75, 1.12, 0.25 / 0.37						11	0.45, 0.81, 0.00 / 0.00				
$p_{3,4}$	L_o	2	25.20	24.9	25.5	-	-	$m_{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	2	15.25	14	16.5	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_b	-	-	-	-	-	-		3	20.43	19.6	21	0.73	3.57
	B_b	-	-	-	-	-	-		3	12.60	11	14	1.50	11.90
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	2	0.50, 0.50, 0.50 / 0.50						-					
H. brachypus														

TABLE 18. — *Hipparion mediterraneum*, lower permanent cheek teeth (Ist W.S.).

		n	x̄	min	max	s	v		n	x̄	min	max	s	v
p_2	L_o	10	27.73	26.5	28.7	0.58	2.09	m_1	7	24.51	23	25.4	0.81	3.30
	B_o ant	9	10.01	9	10.7	0.60	5.99		2	10.40	10.3	10.5	-	-
	B_o post	8	12.38	10.3	13.5	1.13	9.12		6	11.25	9.7	12.6	1.25	11.11
	L_{prfl}	9	7.86	6.6	9	0.73	9.28		2	7.40	7	7.8	-	-
	L_{ptfl}	9	11.71	10	13	0.97	8.28		2	9.75	9.7	9.8	-	-
	H	2	35.50	35	36	-	-		1	52	-	-	-	-
	E.F.	10	0.00, 0.00, 0.00 / 0.60						6-9	0.33, 0.75, 0.00 / 0.00				
p_3	L_o	7	24.14	23.2	25.1	0.84	3.47	m_2	11	24.11	22.5	25.5	1.01	4.18
	B_o ant	3	12.90	12	13.4	0.78	6.04		4	10.30	9.7	11.2	0.64	6.21
	B_o post	7	13.50	12.6	14.4	0.68	5.28		12	9.95	8.4	11.8	1.12	11.25
	L_{prfl}	3	7.86	7.5	8.1	0.32	4.07		4	6.95	6.1	7.5	0.60	8.63
	L_{ptfl}	3	12.86	12.7	13.1	0.20	1.55		4	8.97	8.4	9.3	0.40	4.45
	H	-	-	-	-	-	-		1	56	-	-	-	-
	E.F.	6-7	0.71, 1.00, 0.50 / 0.71						7-8	0.28, 0.85, 0.14 / 0.42				
p_4	L_o	-	-	-	-	-	-	m_3	9	23.97	21.4	26.2	1.40	5.84
	B_o ant	-	-	-	-	-	-		4	8.87	7.4	10	1.09	12.28
	B_o post	-	-	-	-	-	-		7	10.02	7.9	12.4	1.77	17.66
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		3	6.36	6	6.7	0.35	5.50
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		3	7.43	7	7.9	0.45	6.05
	H	-	-	-	-	-	-		3	47	44	48	2.64	5.61
	E.F.								6	0.00, 0.50, 0.33 / 0.33				
$p_{3,4}$	L_o	-	-	-	-	-	-	$m_{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	B_o ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	B_o post	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.													
H. mediterraneum														

TABLE 19. — *Hipparion brachypus*, lower permanent cheek teeth (I[st] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
P_2	L_o	7	30.51	29.3	31.5	0.89	2.91	m_1	8	28.16	25.5	29.4	1.51	5.36
	$B_o$ant	3	10.83	10.7	11	0.15	1.38		1	10.7	-	-	-	-
	$B_o$post	8	14.27	13.4	15.6	1.01	7.07		8	11.55	9.7	13.2	1.13	9.78
	L_{prfl}	3	8.76	8.4	9.3	0.47	5.36		1	6.5	-	-	-	-
	L_{ptfl}	3	13.43	12.3	14.2	1.00	7.44		1	9.1	-	-	-	-
	H	2	31.00	29	33	-	-		1	54	-	-	-	-
	E.F.	7	0.28, 0.00, 0.42 / 0.42						4	0.50, 0.75, 0.00 / 0.50				
P_3	L_o	2	25.40	25	25.8	-	-	m_2	3	26.00	24	27.7	1.86	7.15
	$B_o$ant	1	13.2	-	-	-	-		1	10.7	-	-	-	-
	$B_o$post	2	14.20	13.4	15	-	-		3	10.96	9.4	11.8	1.35	12.31
	L_{prfl}	1	7.8	-	-	-	-		1	6.7	-	-	-	-
	L_{ptfl}	1	12.1	-	-	-	-		1	9.1	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	1	1, 1, 0 / 1						3	0.00. 1.00. 0.00 / 0.00				
P_4	L_o	1	25.2	-	-	-	-	m_3	4	25.42	24.3	27.7	1.54	6.05
	$B_o$ant	1	12.5	-	-	-	-		3	9.33	9	9.7	0.35	3.75
	$B_o$post	1	12.4	-	-	-	-		4	9.17	7.6	12.4	2.17	23.66
	L_{prfl}	1	7.2	-	-	-	-		3	6.50	6.3	6.6	0.17	2.61
	L_{ptfl}	1	11.7	-	-	-	-		3	8.13	7.8	8.6	0.41	5.04
	H	-	-	-	-	-	-		1	44	-	-	-	-
	E.F.	1	1, 1, 0 / 1						4	0.25, 1.00, 0.00 / 0.50				
$P_{3,4}$	L_o	4	26.65	26.7	27.2	0.85	3.18	$m_{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	4	13.47	13.3	13.7	0.17	1.26		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	4	44.5	43	46	1.73	3.80		-	-	-	-	-	-
	E.F.	3	1.00, 1.00, 0.00 / 0.00											
H. brachypus														

TABLE 20. — *Hipparion mediterraneum*, lower permanent cheek teeth (II[nd] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
P_2	L_o	8	26.81	25.6	28.2	1.02	3.80	m_1	14	22.80	19.6	25	1.33	5.83
	$B_o$ant	1	10	-	-	-	-		6	10.85	10.5	11.4	0.42	3.87
	$B_o$post	9	13.11	11.7	14.6	0.92	7.01		14	11.72	9.3	14	1.53	13.05
	L_{prfl}	1	5.8	-	-		-		6	5.96	4.5	7.1	1.08	18.12
	L_{ptfl}	2	11.85	11.7	12	-	-		4	8.77	8.3	9.4	0.49	5.58
	H	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	8-9	0.25, 0.11, 0.44 / 0.66						15-16	0.33, 0.50, 0.00 / 0.50				
P_3	L_o	17	24.61	22.9	26.6	1.08	4.38	m_2	13	21.44	20.3	22.5	0.70	3.26
	$B_o$ant	7	12.28	10	14	1.52	12.37		2	10.10	10	10.2	-	-
	$B_o$post	16	14.37	13	16.3	1.52	10.57		11	12.54	11.3	14	0.94	7.49
	L_{prfl}	7	7.11	5.8	8.1	0.89	12.51		2	6.20	6.2	6.2	-	-
	L_{ptfl}	7	12.70	11.7	13	0.49	3.85		2	8.15	8.1	8.2	-	-
	H	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	17	0.47, 0.58, 0.35 / 0.52						13	0.00, 0.46, 0.00 / 0.38				
P_4	L_o	14	23.82	22.9	24.7	0.58	2.43	m_3	10	23.42	21.6	24.2	0.98	4.18
	$B_o$ant	3	12.76	11.3	13.7	1.28	10.03		3	10.10	10	10.2	0.10	0.99
	$B_o$post	12	14.03	11.7	15.9	1.15	8.19		10	10.56	8.5	13	1.57	14.86
	L_{prfl}	3	6.06	6	6.2	0.11	0.16		3	6.33	6.3	6.4	0.05	0.78
	L_{ptfl}	3	12.06	11.7	12.5	0.40	3.31		3	7.70	7.5	7.8	0.17	2.20
	H	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	14	0.50, 0.92, 0.14 / 0.35						10	0.00, 0.80, 0.20 / 0.20				
$P_{3,4}$	L_o	-	-	-	-	-	-	$m_{1,2}$	2	21.60	21.3	21.9	-	-
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	-	-	-	-	-	-		1	11.6	-	-	-	-
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	-							1	0, 0, 0 / 0				
H. mediterraneum														

TABLE 21. — *Hipparion brachypus*, lower permanent cheek teeth (II[nd] W.S.).

		n	x̄	min	max	s	v		n	x̄	min	max	s	v
p_2	L_o	9	29.33	28.6	30.5	0.62	2.11	m_1	15	23.19	21.8	24.8	0.85	3.66
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		6	11.63	10.4	13	1.03	8.85
	$B_o$post	8	15.66	14.2	17.5	1.21	7.72		15	12.76	9.5	15.3	2.14	16.77
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		6	6.56	6	7.3	0.54	8.23
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		6	8.50	8	9.2	0.50	5.88
	H	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	9	0.00, 0.12, 0.25 / 0.12						15	0.46, 0.80, 0.06 / 0.00				
p_3	L_o	12	25.64	24.2	27	0.74	2.88	m_2	12	23.20	22.3	25.5	0.93	4.00
	$B_o$ant	3	13.33	13.2	13.4	0.11	0.82		4	11.40	10.7	12.2	0.64	5.61
	$B_o$post	12	15.60	13	17.5	1.55	9.93		12	12.27	9.5	14.5	1.69	13.77
	L_{prfl}	3	8.90	8.2	9.3	0.60	6.74		4	6.62	6	7.2	0.49	7.40
	L_{ptfl}	3	12.56	12.4	12.8	0.20	1.59		4	8.77	8.5	9.8	0.68	7.75
	H	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
	E.F.	11-12	1.18, 1.00, 0.27 / 0.69						12	0.41, 0.91, 0.00 / 0.08				
p_4	L_o	10	24.32	23.4	25	0.55	2.26	m_3	6	26.01	24.5	27	1.13	4.34
	$B_o$ant	4	11.92	10	14	1.97	16.52		2	10.35	9.7	11	-	-
	$B_o$post	11	14.57	11	17.3	2.29	15.71		6	10.63	8.2	12	1.62	15.23
	L_{prfl}	4	7.65	7	8.1	0.50	6.53		2	7.30	7.2	7.4	-	-
	L_{ptfl}	4	11.87	11.5	12.2	0.29	2.44		2	7.75	7	8.5	-	-
	H	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	9	1.11, 1.20, 0.33 / 0.66						6	0.50, 1.00, 0.00 / 0.00				
$p_{3,4}$	L_o	1	25.5	-	-	-	-	$m_{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	1	16.5	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	1	1, 1, 1 / 1											
H. brachypus														

TABLE 22. — *Hipparion mediterraneum*, lower permanent cheek teeth (IIInd W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
p_2	L_o	10	26.16	25.0	27.6	0.85	3.24	m_1	21	20.65	19.1	23.5	1.20	5.81
	$B_o$ant	2	10.55	10.4	10.7	-	-		3	11.30	10.4	12	0.81	7.16
	$B_o$post	11	13.83	12.5	15.2	0.96	6.94		21	13.38	9.6	15.5	1.42	10.61
	L_{prfl}	2	7.50	6.5	8.5	-	-		3	5.76	5.5	6.0	0.25	4.34
	L_{ptfl}	2	10.40	10	10.8	-	-		3	8.20	8.1	8.3	0.10	1.22
	E.F.	11	0.18, 0.00, 0.00 / 0.54						20-21	0.19, 0.19, 0.00 / 0.30				
p_3	L_o	12	23.12	22	25.5	0.90	3.89	m_2	14	21.12	19.2	22.6	1.06	5.01
	$B_o$ant	2	11.55	10.7	12.4	-	-		2	11.60	11.5	11.7	-	-
	$B_o$post	12	15.40	12.7	18	1.55	10.06		13	12.96	10.5	15	1.06	8.17
	L_{prfl}	2	6.85	6.5	7.2	-	-		2	6.35	6.2	6.5	-	-
	L_{ptfl}	2	11.35	10	12.7	-	-		2	9.00	9	9	-	-
	E.F.	12	0.50, 0.66, 0.00 / 0.50						14	0.35, 0.35, 0.00 / 0.14				
p_4	L_o	20	22.83	21	24.3	0.83	3.63	m_3	10	25.39	24	26.3	0.77	3.03
	$B_o$ant	5	11.94	9.3	12.7	1.63	13.65		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	19	14.87	11.1	17.9	1.78	11.97		9	11.78	10.8	12.5	0.56	4.75
	L_{prfl}	5	6.74	6	7.7	0.73	10.83		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	5	11.24	9.5	11.5	1.31	11.65		-	-	-	-	-	-
	E.F.	20	0.65, 0.60, 0.00 / 0.20						10	0.20, 0.60, 0.00 / 0.00				
$p_{3,4}$	L_o	-	-	-	-	-	-	$m_{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.													
H. mediterraneum														

TABLE 23. — *Hipparion brachypus*, lower permanent cheek teeth (III[nd]W.S.).

		n	x̄	min	max	s	v		n	x̄	min	max	s	v
P_2	L_o	6	29.25	27.7	32	1.47	5.02	m_1	2	23.2	23	23.4	-	-
	$B_o$ant	4	10.55	10	11.4	0.68	6.44		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	6	13.68	12	15.8	1.74	12.71		2	13.0	11.3	14.7	-	-
	L_{prfl}	4	8.57	6.7	9.5	1.27	14.81		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	4	12.37	9.1	15	2.93	23.68		-	-	-	-	-	-
	E.F.	6	0.00, 0.16, 0.00 / 0.50						2	0.00, 0.50, 0.00 / 0.00				
P_3	L_o	9	24.68	23.1	25.8	0.87	3.52	m_2	3	23.56	22.8	24.6	0.92	3.90
	$B_o$ant	3	12.93	12	12.5	1.20	9.28		1	10.8	-	-	-	-
	$B_o$post	8	14.81	12.4	15.5	1.98	13.36		3	12.36	10	13.7	2.05	16.58
	L_{prfl}	4	8.12	7.8	8.5	0.33	4.06		1	6.7	-	-	-	-
	L_{ptfl}	4	13.32	12.8	13.5	0.35	2.62		1	9.2	-	-	-	-
	E.F.	9	0.55, 0.88, 0.44 / 0.00						3	0.33, 0.33, 0.00 / 0.33				
P_4	L_o	7	24.31	23.5	25.7	0.94	3.86	m_3	5	27.46	26.6	28.5	0.72	2.62
	$B_o$ant	2	13.00	13	13	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	7	15.04	12.5	16.6	1.70	11.30		5	12.34	11.2	13.5	0.99	8.02
	L_{prfl}	2	9.05	8.9	9.2	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	2	11.95	11.9	12	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	7	0.28, 0.85, 0.14 / 0.00						5	0.40, 0.40, 0.00 / 0.00				
$P_{3,4}$	L_o	1	24.9	-	-	-	-	$m_{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	1	14	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	1	0, 0, 0 / 0						-					
H. brachypus														

TABLE 24. — *Hipparion mediterraneum*, lower permanent cheek teeth (IV[th] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
p_2	L_o	1	26.4	-	-	-	-	m_1	6	19.53	17.8	21	1.08	5.52
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		3	11.93	11.5	12.2	0.37	3.10
	$B_o$post	1	13.9	-	-	-	-		6	11.80	10.5	14	1.60	13.50
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		4	5.27	4.5	5.8	0.63	11.95
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		4	6.42	5.9	7	0.55	8.56
	E.F.	1	0, 0, 0 / 0						6-7	0.00, 0.00, 0.00 / 0.00				
p_3	L_o	4	21.62	21	22	0.43	1.98	m_2	8	19.82	17.8	22.0	1.48	7.46
	$B_o$ant	1	14	-	-	-	-		6	10.70	10	11.5	0.72	6.72
	$B_o$post	4	13.60	12.5	14.5	0.82	6.02		8	10.11	8.3	12.6	1.59	15.72
	L_{prfl}	2	7.25	6.7	7.8	-	-		6	5,46	4.6	6.5	0.83	15.20
	L_{ptfl}	2	9.90	8.1	11.7	-	-		4	7.65	6.7	8.5	0.74	9.67
	E.F.	4	0.25, 0.25, 0.00 / 0.00						4	0.25, 0.12, 0.00 / 0.12				
p_4	L_o	7	20.60	19.2	22.5	1.07	5.19	m_3	3	25.16	25	25.5	0.28	1.11
	$B_o$ant	2	12.95	11.9	14	-	-		1	10	-	-	-	-
	$B_o$post	7	12.98	10.5	14.8	1.82	14.02		3	10.06	8.5	11	1.36	13.51
	L_{prfl}	3	6.50	6.2	7	0.43	6.61		1	5.7	-	-	-	-
	L_{ptfl}	3	8.53	7.7	10	1.27	14.88		1	6.4	-	-	-	-
	E.F.	7	0.14, 0.00, 0.00 / 0.00						3	0.00, 0.00, 0.00 / 0.00				
$p_{3,4}$	L_o	-	-	-	-	-	-	$m_{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.													
H. mediterraneum														

TABLE 25. — *Hipparion brachypus*, lower permanent cheek teeth (IV[th] W.S.).

		n	$\bar{x}$	min	max	s	v		n	$\bar{x}$	min	max	s	v
P_2	L_o	1	30.7	-	-	-	-	m_1	4	21.30	21.1	21.5	0.18	0.84
	$B_o$ant	1	11.4	-	-	-	-		1	12.6	-	-	-	-
	$B_o$post	1	15	-	-	-	-		4	13.52	11	15.7	1.92	14.20
	L_{prfl}	1	5.7	-	-	-	-		1	6.0	-	-	-	-
	L_{ptfl}	1	10.5	-	-	-	-		1	7.0	-	-	-	-
	E.F.	1	0, 0, 0 / 0						4	0.25, 0.00, 0.00 / 0.00				
P_3	L_o	4	24.10	23.3	24.5	0.54	2.24	m_2	3	21.66	21.2	22.2	0.50	2.30
	$B_o$ant	3	15.16	14.8	15.7	0.47	3.10		1	12.5	-	-	-	-
	$B_o$post	4	14.77	13.4	15.7	0.97	6.56		3	12.76	12.3	13.5	0.64	5.01
	L_{prfl}	3	8.20	7.5	9.1	0.81	9.87		1	7.3	-	-	-	-
	L_{ptfl}	3	9.80	9.2	10.7	0.79	8.06		1	8.1	-	-	-	-
	E.F.	4	0.25, 0.50, 0.00 / 0.00						3	0.33, 0.00, 0.00 / 0.00				
P_4	L_o	4	23.05	22.4	23.5	0.47	2.03	m_3	4	29.32	28.7	30.4	0.74	2.52
	$B_o$ant	3	14.83	14	15.5	0.76	5.12		2	11.65	11	12.3	-	-
	$B_o$post	4	14.85	12.5	16.2	1.64	11.04		4	11.25	10.7	11.8	0.53	4.71
	L_{prfl}	3	7.63	7	8.9	1.09	14.28		2	7.15	6.7	7.6	-	-
	L_{ptfl}	2	10.30	10.1	10.5				2	6.90	5.4	8.4	-	-
	E.F.	2	0.00, 0.50, 0.00 / 0.00						4	0.00, 0.25, 0.00 / 0.00				
$P_{3,4}$	L_o	1	25.7	-	-	-	-	$m_{1,2}$	-	-	-	-	-	-
	$B_o$ant	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	$B_o$post	1	15.3	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{prfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	L_{ptfl}	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	E.F.	1	0, 0, 0 / 0						-					
H. brachypus														

TABLE 26. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, humerus.

	Measure-ments	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	3	250.66	240	262	8.99	3.58
	2	–	29.83	–	–	–	–
	3	3	39.33	28	31.5	1.43	4.79
	4	3	–	38	43.5	3.68	9.35
	5	–	86.5	–	–	–	–
	6	1	58.75	–	–	–	–
	7	14	61.97	55	61	2.42	4.11
	8	17	41.00	54	69	3.52	5.68
	9	2	38.39	40.5	41.5	–	–
	10	19	38.25	31	41.5	3.07	7.87
	11	2	–	37	39.5	–	–
	12	–	–	–	–	–	–
H. brachypus	1	2	264.00	263	265	–	–
	2	1	250	–	–	–	–
	3	3	33.16	32	34	1.04	3.13
	4	3	42.00	40	42.5	1.80	4.28
	5	2	84.00	83	85	–	–
	6	1	96.00	–	–	–	–
	7	17	66.85	61	75	2.63	3.93
	8	16	68.73	65	77.5	3.10	4.51
	9	4	50.50	48	53	2.38	4.71
	10	18	40.40	32.6	45	3.12	7.72
	11	4	43.87	43	45	0.85	1.93
	12	1	120.00	–	–	–	–

1. Maximal length; 2. Internal length; 3. Minimal breadth of diaphysis; 4. DAP of diaphysis at the level of 3; 5. Proximal breadth; 6. Proximal DAP at the level of the median tubercule; 7. Maximal breadth of the trochlea; 8. Distal maximal DAP; 9. Maximal trochlear height (medial); 10. Minimal trochlear height (in the middle); 11. Trochlear height at the sagittal crest near the condyle; 12. Height from the end of the deltoid tuberosity to the proximal end of the humerus.

TABLE 27. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, radius.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	7	269.28	256	281	9.87	3.66
	2	4	258.25	247	268	9.91	3.83
	3	10	36.95	34	40	2.08	5.62
	4	2	25.35	25.2	25.5	-	-
	5	9	59.16	54.5	63.5	3.14	5.30
	6	9	31.03	28	34.5	2.43	7.83
	7	10	63.65	58.5	68.5	3.27	5.13
	8	5	49.10	48	50	0.74	1.50
	9	13	29.65	27	31.5	1.47	4.95
	10	13	57.44	53	62	2.57	4.47
	11	5	18.30	17	20	1.09	5.95
	12	4	11.62	10.5	13	1.10	9.46
H. brachypus	1	7	280.85	264	290	8.76	3.12
	2	3	272.50	253	275	3.53	1.29
	3	8	41.65	38	45	3.00	7.20
	4	3	27.40	26	28.5	1.27	4.63
	5	7	67.42	61.5	71.5	3.49	5.17
	6	7	34.76	32.5	37	1.88	5.40
	7	7	72.92	69	77	3.32	4.55
	8	3	57.50	53	61	4.09	7.11
	9	10	32.80	30	38	2.47	7.53
	10	10	66.10	63	70	2.43	3.67
	11	4	20.75	17	22	2.50	12.04
	12	3	12.50	11.5	14	1.32	10.56

1. Maximal length; 2. Internal length; 3. Minimal breadth of diaphysis; 4. DAP of the diaphysis at the level of 3; 5. Proximal articular breadth; 6. Proximal articular DAP; 7. Proximal maximal breadth; 8. Distal articular breadth; 9. Distal articular DAP; 10. Distal maximal breadth; 11. Diameter of the articular facet for navicular; 12. *Idem* for triquetrum.

TABLE 28. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, os magnum.

	Measure-ments	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	4	29.17	26.1	32.6	2.69	9.22
	2	4	32.57	29.8	35.7	2.67	8.19
	3	4	17.67	16.5	18.7	1.09	6.16
	4	4	14.17	12.3	15.5	1.55	10.93
	5	4	20.60	20.2	21.2	0.43	2.08
	6	3	3.83	3.5	4	0.28	7.31
	7	4	30.45	29.3	32	1.14	3.74
H. brachypus	1	9	33.97	31	38	2.25	6.62
	2	9	36.54	34.5	40.4	1.92	5.25
	3	9	18.57	15.8	20	1.50	8.07
	4	9	15.18	13.4	17.6	1.26	8.30
	5	9	20.76	17.2	23.5	2.05	9.87
	6	9	4.62	3.3	5.5	0.68	14.71
	7	9	33.26	30	35.6	2.32	6.97

1. DAP; 2. Anterior breadth; 3. Anterior height; 4. Distal posterior breadth; 5. Posterior height; 6. Diameter of the articular facet for Mc_{II}; 7. *Idem* for Mc_{III}.

TABLE 29. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, os lunatum.

	Measure ments	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	3	30.80	29.2	32.5	1.65	5.35
	2	3	25.63	24.6	27	1.23	4.79
	3	3	25.23	24.5	25.7	0.64	2.53
	4	3	8.70	6.7	11	2.16	24.82
	5	3	13.56	12.7	15	1.25	9.21
H. brachypus	1	1	33	-	-	-	-
	2	1	26.1	-	-	-	-
	3	1	24.2	-	-	-	-
	4	1	9	-	-	-	-
	5	1	15.4	-	-	-	-

1. DAP; 2. Maximal length; 3. Maximal height; 4. Diameter of the articular facet for hamatum; 5. *Idem* for magnum (at the anterior border).

TABLE 30. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, os cuneiform carpale (os triquetrum).

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	3	31.30	29.3	33.3	2.00	6.38
	2	3	30.86	28.8	32.3	1.83	5.93
	3	3	14.66	14	15	0.57	3.88
	4	3	23.96	23	25.4	1.26	5.25
	5	3	5.23	4.7	6	0.68	13.00
H. brachypus	1	3	36.50	36	37	0.50	1.36
	2	3	35.43	35	35.8	0.40	1.12
	3	3	16.73	16	17.2	0.64	3.82
	4	3	25.90	25.4	26.3	0.45	1.73
	5	3	6.86	5.7	8.2	1.25	18.22

1. Oblique height; 2. Anterior height; 3. Maximal breadth; 4. Maximal DAP (in projection); 5. Distance between articular facets for hamatum and pisiforme.

TABLE 31. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, os navicular (carpale).

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	4	32.57	30.3	34.5	1.73	5.31
	2	4	23.32	21.5	24.5	1.33	5.70
	3	4	18.90	17.2	21	1.76	9.31
	4	4	23.50	22.2	24.2	0.88	3.74
	5	4	24.10	23.3	26.3	1.46	6.05
H. brachypus	1	6	37.81	35.3	40.4	1.75	4.62
	2	6	24.41	22.9	25.2	1.13	4.62
	3	6	21.80	19.6	25.1	2.02	9.26
	4	6	25.73	23.8	28.5	1.90	7.38
	5	5	26.56	24.5	29.2	1.99	7.49

1. DAP; 2. Anterior breadth; 3. Posterior breadth; 4. Anterior height; 5. Posterior height.

TABLE 32. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, os hamatum.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	1	24.9	-	-	-	-
	2	1	17.1	-	-	-	-
	3	1	22	-	-	-	-
	4	1	8.5	-	-	-	-
	5	1	11.4	-	-	-	-
H. brachypus	1	4	27.22	26.3	27.8	0.64	2.35
	2	4	19.60	18.9	20.7	0.80	4.08
	3	4	22.30	21.4	23.3	0.89	3.99
	4	3	10.26	9.8	10.5	0.40	3.89
	5	4	12.12	12	12.5	0.25	2.06

1. DAP (oblique); 2. Maximal length (perpendicular to 1); 3. Maximal height; 4. Maximal diameter of the articular facet for Mc_{III}; 5. *Idem* for Mc_{IV}.

TABLE 33. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, third metacarpal.

	Measurements	n	x̄	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	39	216.06	202	234	7.63	3.53
	2	25	210.66	195.5	220	7.82	3.71
	3	38	25.57	23	29	1.48	5.78
	4	35	21.56	19.5	23.8	0.92	4.26
	5	38	36.60	32.8	40.2	1.90	5.19
	6	36	24.63	20.7	30	1.81	7.34
	7	36	31.40	28.5	35	1.50	4.77
	8	37	9.60	8	11.5	0.86	8.95
	9	-	-	-	-	-	-
	10	37	33.66	30.4	38.1	1.97	5.85
	11	38	32.17	29.5	35.3	1.34	4.16
	12	38	26.65	22.7	29.5	1.54	5.77
	13	12	22.41	20.7	24.7	1.06	4.73
	14	24	24.21	21	27	1.34	5.53
	15	10	106.90°	102°	112°	3.31	3.09
	16	8	3.96	3.2	5.3	1.88	47.47
H. brachypus	1	67	211.31	197	230	6.80	3.21
	2	33	205.70	195.5	223	6.16	2.99
	3	69	30.69	27.5	35	1.57	5.11
	4	68	23.61	20.5	26.7	1.37	5.80
	5	65	41.30	37.4	47	2.02	4.89
	6	58	28.38	25	32	1.44	5.07
	7	61	34.52	30.5	39	1.98	5.73
	8	63	11.41	8	14.5	107	9.37
	9	-	-	-	-	-	-
	10	68	39.91	36.2	44.3	1.46	3.65
	11	62	37.85	36	41.6	1.32	3.48
	12	69	30.14	26.7	36	1.90	6.30
	13	8	24.95	23.1	27	1.16	4.64
	14	48	27.20	22.5	30	1.41	5.18
	15	8	108.25°	100°	115°	5.11	4.72
	16	13	5.84	4	8	1.10	18.83

1. Maximal length; 2. Internal length; 3. Breadth of the diaphysis (in the middle); 4. DAP idem at the level of 3; 5. Proximal articular breadth; 6. Proximal articular DAP; 7. Maximal diameter of the articular facet for magnum; 8. Diameter of the anterior facet for hamatum; 9. *Idem* for Mc_{IV}; 10. Distal maximal supra-articular breadth; 11. Distal maximal articular breadth; 12. Distal maximal DAP of the keel; 13. Distal minimal DAP of the lateral condyle; 14. Distal maximal DAP of the medial condyle; 15. Keel angle : angle between the lines connecting the center of the condyle (in medial view) with the anterior and posterior ends of the keel; 16. Diameter for the articular facet for Mc_{II}.

TABLE 34. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, second metacarpal.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	1	184	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	2	15.90	15.5	16.3	-	-
	4	2	12.90	12.5	13.3	-	-
	5	2	8.40	7.6	9.2	-	-
	6	2	14.15	12.8	15.5	-	-
H. brachypus	1	1	192	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	8	17.97	17	20	1.07	5.95
	4	8	13.50	12.7	14.5	0.60	4.44
	5	4	9.65	7.6	12.4	2.01	20.82
	6	4	17.22	15.5	18.2	1.20	6.96

1. Maximal length; 2. Minimal DAP of the diaphysis; 3. Proximal DAP; 4. Proximal breadth; 5. Distal articular breadth; 6. Distal articular DAP.

TABLE 35. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, fourth metacarpal; measurements as in table 34.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	1	182	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	3	17.20	16	19	1.58	9.18
	4	3	11.80	10	12.9	1.57	13.30
	5	1	8.6	-	-	-	-
	6	1	15.5	-	-	-	-
H. brachypus	1	1	179	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	10	19.72	18	20.4	0.74	3.75
	4	8	14.02	12.5	15.5	0.92	6.56
	5	3	10.40	10	10.8	0.40	3.84
	6	3	19.36	19	19.9	0.47	2.42

TABLE 36. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, tibia.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	5	322.80	317	337	8.25	2.55
	2	4	307.75	306	309	1.25	0.40
	3	24	39.10	34	44.7	2.71	6.93
	4	22	27.21	23.6	30.8	2.03	7.46
	5	6	82.00	79	85.5	2.93	3.57
	6	5	65.20	61	68	2.68	4.11
	7	27	57.79	51	61.5	2.59	4.48
	8	28	39.86	37	44.7	2.20	5.51
	9	7	43.92	42	45.5	1.83	4.16
H. brachypus	1	8	345.00	325	357	9.60	2.78
	2	2	337.00	330	344	-	-
	3	30	46.79	42	57	3.09	6.60
	4	24	31.80	29	35	1.48	4.65
	5	8	88.52	76.7	98	9.25	10.44
	6	3	80.50	78.5	83	2.29	2.84
	7	35	67.91	64.2	74	2.52	3.71
	8	33	45.93	41.7	54.3	3.08	6.70
	9	1	54	-	-	-	-

1. Maximal length; 2. Internal length; 3. Minimal breadth of the diaphysis; 4. DAP of the diaphysis at the level of 3; 5. Proximal articular breadth; 6. Proximal articular DAP; 7. Maximal distal breadth; 8. Maximal distal DAP; 9. Length of the groove on the tibial (proximal) tuberosity.

Table 37. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, calcaneum.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	14	99.03	93	105.5	4.35	4.39
	2	11	64.50	56.5	76	4.96	7.68
	3	7	18.75	17	21	1.24	6.61
	4	14	28.63	26	32	1.75	6.11
	5	14	42.30	38.2	47.5	2.29	5.41
	6	16	38.03	35.6	41	1.27	3.33
	7	16	42.22	35.5	46.1	2.44	5.77
H. brachypus	1	20	107.70	100	119.5	4.80	4.45
	2	16	73.39	65.5	79.5	3.80	5.17
	3	3	23.86	23	25.6	1.50	6.28
	4	17	33.17	30	36.5	2.24	6.75
	5	18	46.51	40.9	52.3	3.25	6.98
	6	22	45.21	40.8	54.5	3.08	6.81
	7	23	49.63	44.5	52	2.40	4.83

1. Maximal length; 2. Length of the proximal part: middle of tuber calcaneum — articulation surface below coracoid process; 3. Minimal breadth of the diaphysis; 4. Maximal breadth of the tuber calcaneum; 5. Maximal DAP *idem*; 6. Distal maximal breadth (in projection); 7. Distal maximal DAP (in projection).

Table 38. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, astragalus.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	25	52.83	49	57	1.94	3.67
	2	6	50.92	48	53.7	1.91	3.75
	3	9	23.59	20.8	25	1.32	5.59
	4	27	50.19	47	53.2	1.92	3.82
	5	24	39.50	35	43.7	2.01	5.08
	6	25	30.15	26.5	34.5	2.02	6.69
	7	25	43.09	40	48.7	2.04	4.73
H. brachypus	1	36	58.44	54	66.5	2.53	4.32
	2	7	59.11	55.5	63	2.48	4.19
	3	7	29.87	26.5	32.5	2.28	7.63
	4	37	56.60	52.2	60.2	1.79	3.16
	5	34	44.53	41.5	51.4	1.88	4.22
	6	32	33.77	31.5	36.5	1.62	4.79
	7	34	49.21	44	54.6	2.83	2.03

1. Maximal length (height): articulation surface for navicular — top of the internal condyle; 2. Maximal diameter of the internal condyle; 3. Troclear breadth: middle of the internal — middle of the external condyles; 4. Maximal breadth (in projection); 5. Distal articular breadth; 6. Distal articular DAP; 7. Maximal DAP of the internal condyle.

TABLE 39. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, os cuboid.

	Measu-rements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	11	34.83	32.4	38.6	1.95	5.59
	2	10	16.66	14.4	18.5	1.30	7.80
	3	10	21.22	17.6	23.6	1.77	8.34
	4	9	8.41	7	9.8	1.15	13.67
	5	9	11.36	9.5	13	1.05	9.24
	6	8	6.81	4.5	8	1.23	18.06
	7	9	11.23	8.8	14.5	1.81	16.11
H. brachypus	1	25	37.73	32	42	2.20	5.83
	2	24	18.56	15.2	20.5	1.38	7.43
	3	26	23.66	20	27.5	1.85	7.81
	4	24	9.39	6.5	11.8	1.19	12.67
	5	24	12.40	10.2	14.8	1.22	9.83
	6	23	7.36	5.3	9.2	1.29	17.52
	7	24	12.45	11	14.7	1.18	9.47

1. DAP (in projection across the axis of the proximal articulation surface); 2. Anterior breadth (in projection); 3. Posterior breadth (in projection); 4. Diameter of the articular facet for astragalus; 5. *Idem* for calcaneum; 6. *Idem* for navicular; 7. Length of the articular facet for navicular.

TABLE 40. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, os naviculare (tarsale) and os cuneiform I.

	Measu-rements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v	
H. mediterraneum	1	26	31.70	28.5	34.5	1.35	4.25	Os navi-culare
	2	26	39.50	35	43.5	2.01	5.08	
	1	19	36.65	33.5	39	1.74	4.74	Os cunei-forme I
	2	19	28.46	27.5	31.1	1.62	5.69	
	3	14	10.11	8.4	12.5	1.19	11.77	
H. brachypus	1	20	36.37	33.5	40.6	1.75	4.81	Os na-vicu-lare
	2	18	44.01	40.8	48.6	1.94	4.40	
	1	20	41.35	39.2	44	1.47	3.55	Os cunei-forme I
	2	20	32.75	31	34.7	1.01	3.08	
	3	15	11.37	9.1	16.5	2.56	22.51	

Os navicular : 1. Maximal DAP; 2. Breadth. — Os cuneiform I : 1. Breadth; 2. Distal DAP; 3. Breadth of the posterior part of the proximal articular facet.

TABLE 41. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, third metatarsal.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	61	237.30	210	270	8.81	3.56
	2	34	242.66	204	261	9.46	3.89
	3	65	25.59	21.7	28.6	1.38	5.39
	4	64	26.53	21.7	28.7	1.47	5.54
	5	57	37.09	33.6	41.0	1.66	4.47
	6	30	28.48	26	33	1.48	5.19
	7	55	34.34	31	37.5	1.39	4.04
	8	52	9.00	7.5	11.5	1.08	12.00
	9	45	5.47	3.6	8.0	1.01	18.46
	10	59	33.55	28.2	37.5	1.12	3.33
	11	54	32.43	29.3	36.6	1.31	4.03
	12	59	28.21	23.7	33	1.82	6.45
	13	11	22.28	21.4	23.6	0.67	3.07
	14	34	25.71	21	28.5	1.41	5.48
	15	11	110.63°	103°	122°	4.51	4.07
H. brachypus	1	76	244.92	224	262	8.16	3.31
	2	45	242.63	229	257	7.49	3.08
	3	80	31.38	28	37	1.89	6.02
	4	76	29.35	25	33.5	1.61	5.48
	5	69	41.83	38	46.5	2.09	4.99
	6	36	32.78	29.8	38.4	1.48	4.51
	7	68	38.65	35.5	43.5	1.71	4.42
	8	69	9.74	7.4	12.3	1.05	10.78
	9	55	6.96	4.5	9.1	1.14	16.37
	10	75	40.99	36	45.2	2.12	5.17
	11	69	38.93	35	42	1.71	4.39
	12	72	32.89	29.5	36.5	1.62	4.92
	13	13	26.40	24.3	28	1.06	4.01
	14	45	29.59	26	37	1.84	6.21
	15	10	101.40°	93°	109°	4.50	4.43

1. Maximal length; 2. Internal length; 3. Breadth of the diaphysis (in the middle); 4. DAP of the diaphysis at the level of 3; 5. Proximal articular breadth; 6. Proximal articular DAP; 7. Maximal diameter of the articular facet for the cuneiform I; 8. Diameter of the articular facet for cuboid; 9. *Idem* for cuneiform II; 10. Distal maximal supra-articular breadth; 11. Distal maximal articular breadth; 12. Distal maximal DAP of the keel; 13. Distal minimal DAP of the lateral condyle; 14. Distal maximal DAP of the medial condyle; 15. Keel angle : angle between the lines connecting the center of the condyle (in medial view) with the anterior and posterior ends of the keel.

TABLE 42. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, second metatarsal; measurements as in table 34.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	1	233	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	5	17.74	16.8	18	0.56	3.15
	4	5	12.80	12	13.5	0.62	4.84
	5	1	9	-	-	-	-
	6	1	17.2	-	-	-	-
H. brachypus	1	5	214.00	200	227	9.97	4.65
	2	-	-	-	-	-	-
	3	5	18.66	18	19.7	0.68	3.64
	4	4	14.05	12.3	15	1.21	8.61
	5	4	9.75	8.5	11.3	1.16	11.89
	6	4	20.12	18.6	21.7	1.35	6.70

TABLE 43. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, fourth metatarsal; measurements as in table 34.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	1	238	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	6	23.66	21	25.5	1.63	6.88
	4	6	17.61	16.8	18.6	0.74	4.20
	5	1	8.3	-	-	-	-
	6	1	16.1	-	-	-	-
H. brachypus	1	3	218	206	230	12.0	5.50
	2	-	-	-	-	-	-
	3	10	28.25	24.1	32.3	2.19	7.75
	4	11	20.37	19	21.8	1.00	4.90
	5	2	9.65	8	11.3	-	-
	6	2	19.10	18	20.2	-	-

TABLE 44. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, first phalanx of the third digit, manus.

	Measurements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	8	57.97	56.5	60	1.13	1.95
	2	5	53.56	48	58	3.87	7.22
	3	8	23.46	21.8	25.5	1.19	5.07
	4	7	34.47	31.5	37.2	1.98	5.74
	5	8	26.96	26	28.9	1.09	4.04
	6	5	27.18	25.7	28.5	1.00	3.68
	7	8	28.33	26.6	30	1.54	5.43
	8	8	18.21	17	20.2	1.14	6.26
	9	5	18.20	15	22	3.29	18.07
H. brachypus	1	4	64.02	63	65.2	1.18	1.84
	2	1	60	-	-	-	-
	3	3	28.56	27.5	29.2	0.93	3.25
	4	3	39.63	39	40.5	0.77	1.74
	5	4	31.20	31	31.6	0.28	0.89
	6	1	32.5	-	-	-	-
	7	4	33.57	33.4	34	0.28	0.83
	8	4	21.37	21	21.7	0.29	1.35
	9	1	25	-	-	-	-

1. Maximal length; 2. Anterior length : middle of the proximal articular facet — middle of the distal facet; 3. Minimal breadth of the diaphysis; 4. Proximal breadth; 5. Proximal DAP; 6. Distal breadth at the tuberosities; 7. Distal articular breadth; 8. Distal articular DAP; 9. Minimal length of the trigonum phalangis.

TABLE 45. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, first phalanx of the third digit, pes; measurements as in table 44.

	Measu-rements	n	x̄	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	4	54.70	52.6	57.7	2.23	4.07
	2	2	50.50	50	51	-	-
	3	4	24.05	22.7	25.1	0.99	4.11
	4	2	34.35	33	35.7	-	-
	5	4	28.40	25.2	31.2	2.56	9.01
	6	2	26.60	26.2	27	-	-
	7	3	27.13	26.3	28.1	0.90	3.31
	8	4	17.75	17	18.4	0.66	3.72
	9	2	17.00	16	18	-	-
H. brachypus	1	11	60.59	57.5	62.3	1.39	2.29
	2	2	54.50	54	55	-	-
	3	10	30.32	27.4	32.5	1.54	5.07
	4	11	42.33	39.1	45.5	1.78	4.20
	5	10	32.87	32	34	0.57	1.73
	6	2	33.75	33.5	34	-	-
	7	9	33.80	31.5	37.5	1.94	5.74
	8	11	21.77	20.6	23	0.64	2.93
	9	2	23.35	22.5	24.2	-	-

TABLE 46. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, second phalanx of the third digit, manus.

	Measu-rements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	6	33.16	31	35	1.33	4.01
	2	5	27.76	26.8	29.2	0.99	3.56
	3	6	27.68	26.5	29	0.92	3.32
	4	6	33.13	32.3	34	0.67	2.02
	5	6	23.10	22	25	1.21	5.23
	6	6	30.88	29.2	33	1.47	4.76
	7	6	18.06	17	19	0.80	4.42
H. brachypus	1	2	39.80	39.2	40.4	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	2	32.40	31.4	33.4	-	-
	4	2	39.30	38	40.6	-	-
	5	2	27.10	25	28.2	-	-
	6	2	35.15	34.1	36.2	-	-
	7	2	19.75	19.5	20	-	-

1. Maximal length; 2. Anterior length (as in the first phalanx); 3. Minimal breadth of the diaphysis; 4. Maximal proximal breadth; 5. Proximal DAP; 6. Maximal distal articular breadth; 7. Distal articular DAP.

TABLE 47. — *Hipparion mediterraneum* and *Hipparion brachypus*, second phalanx of the third digit, pes; measurements as in table 46.

	Measu-rements	n	$\bar{x}$	min	max	s	v
H. mediterraneum	1	8	34.85	32.5	36.5	1.31	3.75
	2	4	27.95	27.2	29.3	0.92	3.29
	3	7	27.14	25	28.5	1.32	4.86
	4	7	32.15	29.2	33.9	1.77	5.50
	5	8	23.58	22.2	25	1.12	4.74
	6	8	29.46	26.6	31.8	2.05	6.95
	7	8	19.00	17.5	20	0.89	4.68
H. brachypus	1	18	39.15	36.3	42.5	1.74	4.44
	2	4	32.37	30	34	1.97	6.08
	3	18	32.31	30.2	36.8	1.85	5.72
	4	17	40.10	37.8	43.4	1.52	3.79
	5	17	28.05	25	30.4	1.34	4.77
	6	17	35.14	32.3	40.3	1.90	5.40
	7	18	22.54	21	24	0.75	3.32

Achevé d'imprimer le 30 octobre 1987.

Le Bulletin du 1er trimestre de l'année 1987 a été diffusé le 18 septembre 1987.

IMPRIMERIE NATIONALE

7 564 002 5

Recommandations aux auteurs

Les articles doivent être adressés directement au Sécrétariat du *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Ils seront accompagnés : de la traduction du titre en anglais, d'un résumé en français et en anglais, de l'adresse du Laboratoire dans lequel le travail a été effectué (en note infrapaginale sur la première page).

Le *texte* doit être dactylographié à double interligne, avec une marge suffisante, recto seulement. Pas de mots en majuscules, pas de soulignages (à l'exception des noms de genres et d'espèces soulignés d'un trait). Il convient de numéroter les *tableaux* et de leur donner un titre ; les tableaux importants et complexes devront être préparés de façon à pouvoir être clichés comme des figures.

La liste des *références bibliographiques*, à la fin de l'article, devra être présentée par ordre alphabétique des noms d'auteurs, chaque référence étant indiquée ainsi : auteur, initiales du (ou des) prénom, date, titre d'article ou d'ouvrage (en entier), revue abrégée selon la *World list of Scientific Periodicals*, tome (souligné), numéro (entre parenthèses), deux points, pagination et illustrations.

Les *dessins et cartes* doivent être réalisés à l'encre de chine. Les *photographies* seront le plus nettes possible et tirées sur papier brillant. Tenir compte de la justification du Bulletin : 14,5 cm × 19 cm. L'auteur devra indiquer l'emplacement des figures dans la marge de son manuscrit. Les légendes seront regroupées à la fin du texte sur un feuillet séparé.

Tirés à part : 50 tirés à part seront fournis gratuitement par article. Les auteurs peuvent éventuellement commander des tirés à part supplémentaires qui leur seront facturés directement par l'imprimeur.

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Collection à périodicité irrégulière. Paraît depuis 1935. A partir de 1950, les Mémoires se subdivisent en quatre séries spécialisées : A, Zoologie ; B, Botanique ; C, Sciences de la Terre ; D, Sciences physico-chimique. (Format in-4°).

Dernières parutions dans la série C

T. 41 — Gaudant (Mireille). — Recherches sur l'anatomie et la systématique des Cténothrissiformes et des Pattersonichthyiformes (Poissons Téléostéens) du Cénomanien du Liban. 1978, 124 p., 57 fig., 10 pl. h.-t.

T. 42 — Lange-Badré (Brigitte). — Les Créodontes (Mammalia) d'Europe occidentale de l'Éocène supérieur à l'Oligocène supérieur. 1979, 249 p., 32 fig., 48 gr., 30 pl. h.-t.

T. 43 — Recherches océanographiques dans l'Océan Indien. (Entretiens du Muséum, Paris, 20-22 juin 1977.) 1979, 253 p., fig., pl.

T. 44 — Gayet (Mireille). — Contribution à l'étude anatomique et systématique des Poissons Cénomaniens du Liban anciennement placés dans les Acanthoptérygiens. 1980, 151 p., fig., 29 pl.

T. 45 — Lauriat-Rage (Agnès). — Les Bivalves du Redonien (Pliocène atlantique de France). Signification stratigraphique et paléobiogéographique. 1981, 175 p., fig., 16 pl.

T. 46 — Fröhlich (François). — Les silicates dans l'environnement pélagique de l'océan Indien au Cénozoïque. 1981, 208 p., fig., pl.

T. 47 — Loreau (Jean-Paul). — Sédiments argonitiques et leur genèse. 1982, 314 p., fig., pl.

T. 48 — Lauriat-Rage (Agnès). — Les Astaridae (Bivalvia) du Redonien (Pliocène atlantique de France). Systématique, biostratigraphie, biogéographie. 1982, 118 p., fig., 16 pl.

T. 49 — Colloque sur le Turonien. (Entretiens du Muséum, Paris, 26-27 octobre 1981.) 1982, 240 p., 61 fig., 8 tabl., 4 pl.

T. 50 — Rouchy (Jean-Marie). — La genèse des évaporites messiniennes de Méditerranée. 1982, 267 p. 72 fig., 18 pl.

T. 51. — Gayet (Mireille). — *Ramallichthys* Gayet du Cénomanien inférieur marin de Ramallah (Judée). Une introduction aux relations phylogénétiques des Ostariophysi. 1986, 119 p., 53 fig.

T. 52 — Russell (D. E.) et Zhai Ren-Jie. — The paleogene of Asia : Mammals and stratigraphy. 1987, 490 p., 232 cartes, croquis et coupes stratigraphiques.

Ouvrages disponibles au Service de vente des Publications du Muséum,
38, rue Geoffroy Saint-Hilaire, 75005 Paris


MUSEUM
NATIONAL
D'HIST. NAT.